Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER BERLIN · O. HAHN BERLIN-DAHLEM

M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM · F. SAUERBRUCH BERLIN

H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 6 (SEITE 81—96) · 5. FEBRUAR 1937 · 25. JAHRGANG

INHALT:

Einiges aus der Theorie der Gewichtsanalyse. Von ERICH SCHRÖER, Berlin 81

Reisen und Forschungen in Angola. Von E. v. DRYGALSKI 87

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Über den Eiweißzucker, Eiweißgehalt und Kohlehydratindex der Sera und Körperflüssigkeiten verschiedener Tiere. Von B. LUSTIG und T. ERNST, Wien 89

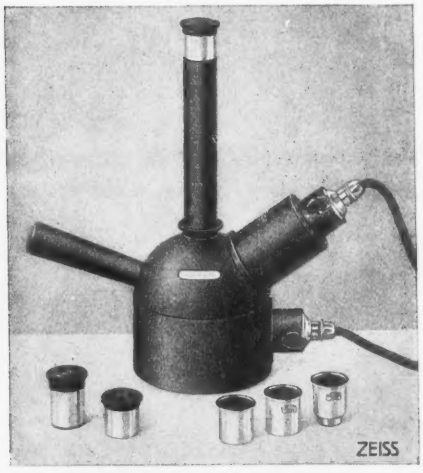
Zur Messung des gaszugänglichen Teiles der Oberflächen von Kontakten. Von R. FRICKE und R. MUMBRAUER, Stuttgart 89

Lichtstarke Emissionsaufnahmen der $a^3\,II \rightarrow X^1\,\Sigma$ (Cameron) Interkombinationsbanden des CO, unter hoher Dispersion. Von R. SCHMID und L. GERÖ, Budapest 90

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

ZEISS LEUCHTLUPE

für Beobachtungen im auffallenden und durchfallenden Lichte, mit Klarglas-, Mattglas- oder Tageslicht-Glühlampe, zum Anschluß an Lichtleitung oder mit Batterie; Vergrößerungen 6-, 8-, 10-, 25-, 50- und 100fach



Leuchtlupe mit Mikroskoprohr, 6—100fach

Binokulare Prismenlupen

bis zu 3facher Vergrößerung, auch mit Beleuchtungseinrichtung;

Fernrohrlupen

(Prismenfernrohr und Vorsatzlinse), monokulare und binokulare, Lupenvergrößerungen bis 30fach; Objektabstand 6 mal größer als bei einfachen Lupen gleicher Vergrößerung;

Einschlaglupen

Vergrößerungen 2,5- bis zu 27fach.

Druckschriften und weitere Auskünfte kostenfrei!

CARL ZEISS, JENA CARL ZEISS JENA

BERLIN · HAMBURG · KÖLN · WIEN

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

Rotabschattierte Banden des CO in der Gegend von 2670—3310 Å. Von R. SCHMID und L. GERÖ, Budapest. (Mit 1 Figur) 90

Künstliche Radioaktivität durch γ-Strahlen. Von W. BOTHE und W. GENTNER, Heidelberg 90

BESPRECHUNGEN:

SARTON, GEORGE, The Study of the History of Science. (Ref.: Edmund O. von Lippmann) 91

JUST, GÜNTHER, Die Vererbung. 2. Auflage. (Ref.: P. Hertwig) 91

Fortschritte der Botanik. Band V: Bericht über das Jahr 1935. Unter Zusammenarbeit mit mehreren Fachgenossen herausgegeben von F. v. Wettstein. (Ref.: G. Melchers) . . . 91

Biologische Wirkungen der Luftelektrizität und der künstlichen Ionisierung. Von K. Kähler 92

BEZUGSQUELLEN

ANALYSENWAAGEN

Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

ANTHROPOLOGISCHE GIPSABGÜSSE

Dr. F. Krantz, Bonn, Herwarthstr. 36

METEOROLOGISCHE INSTRUMENTE

R. Fuess, Berlin-Steglitz, Tel. G. 9, Albrecht 1212

MIKROSKOPE

Otto Himmler, Berlin N 24, Oranienburger Str. 65

MIKROSKOPISCHE HILFSMITTEL

Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Polarisations-Optik

MIKROTOME

Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

MINERALIEN UND GESTEINE

Mineralien-Niederlage der Staatl. Sächs. Bergakademie Freiberg/Sa.

OPTIK

J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

PHYSIKALISCHE APPARATE

Berliner Physikalische Werkstätten G. m. b. H., Berlin W 35, Woyrschstr. 8. Telegrammadr. Physik

SPEKTRALAPPARATE

R. Fuess, Berlin-Steglitz, Tel. G. 9, Albrecht 1212

Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Spektral-Optik für d. sichtb. u. U-V-Gebiet

THEODOLITE

Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

Liesegang

Projektionsapparate und Epidiaskope

Erhältlich in allen Ausführungen u. Preislagen

Ed. Liesegang, Düsseldorf

Postfach

Listen frei!

Zur Zeit ist Anzeigen-Preisliste Nr. 4 gültig!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

25. Jahrgang | 5. Februar 1937 | Heft 6

Einiges aus der Theorie der Gewichtsanalyse.

Von ERICH SCHRÖER, Berlin.

Es wird ein Überblick gegeben über die Anwendung neuerer theoretischer, insbesondere physikalisch-chemischer Erkenntnisse zweier fundamentaler Vorgänge der Gewichtsanalyse: der Fällung und der Trennung nach der Stärke des basischen Charakters.

I.

Kein Zweifel, daß mit der Einführung der Waage in die Untersuchungstechnik der Chemie für diese ein Zeitalter beendet wurde, in dem mit qualitativ-spekulativem Denken (die alten Elementbegriffe, die Phlogiston-Theorie) gebrochen wurde zugunsten eines quantitativen Denkens mit streng gültigen Gesetzen. Schlüsse und Folgerungen aus den angestellten Versuchen konnten ihre Erhärtung und Bewährung finden durch die Unbestechlichkeit der Waage und die unbedingte Beweiskraft der damit angestellten Analysen und fanden sie auch (Gesetz von der Konstanz der Masse, die Vorstellung von den chemischen Elementen). Das Auffinden analytischer Verfahren wurde mit Macht vorangetrieben, und die Analytik gelangte rasch zu hoher Blüte; nahezu alle Verfahren, die wir als *klassisch* bezeichnen, waren zur Zeit von BERZELIUS und LIEBIG schon als solche bekannt. Allein, so sehr die Gewichtsanalyse und die ihr alsbald angelehnten anderen quantitativen Verfahren auch zur Lösung vieler Geheimnisse beitragen konnten, so blieb sie selber in ihrer Methodik doch voller Geheimnisse bis in die jüngste Zeit. Wer je Chemie studierte, entsinnt sich so geheimnisvoller Vorschriften, wie *Fällen mit einem Gusse*, oder *tropfenweise unter Umrühren, aus ganz bestimmten Konzentrationen, unter Zusatz von Ammonsalzen, den Stoff A zu B, nicht umgekehrt, Stehenlassen über Nacht, Digerieren* usw. Daß man erst in neuerer Zeit den Schleier der Geheimnisse lüftete, mag daran gelegen haben, daß damals die theoretische Chemie noch nicht genügend entwickelt war und alsbald die machtvolle Entwicklung der organischen Chemie begann, die alle Kräfte zur Lösung der hier sich ergebenden Probleme der Struktur und der Synthese der organischen Verbindungen einspannte. So bildete sich in der Analytik unzweifelhaft ein Stillstand aus, und sie verfiel in eine gewisse Geringschätzung; man schätzte sie zwar als unbedingt notwendige Dienerin fast aller Forschung (Atomgewichte, Strukturprobleme, Reaktions- und Gleichgewichtslehre), doch den damaligen Forschern erschien sie „ohne eigene Problematik"; es interessierte eben immer nur das Resultat, nicht die Methode. Was in dieser Zeit geschah, war der Ausbau, die Verfeinerung und die Anpassung der Methoden an besondere Verhältnisse. Was an neuen Methoden entstand, ja notwendigerweise gefunden werden mußte, weil an den Stoffen und Verbindungen bald mehr als die bloße prozentuale Zusammensetzung interessierte, waren physikalische oder physikalisch-chemische Methoden: Man ermittelte Konstanten (spez. Gewicht, Lichtbrechung, -drehung) und benützte diese Kenntnisse dann zur Erkennung und Identifikation (dabei sind mitunter Verbindungen entdeckt worden, die analytisch nicht hätten gefunden werden können, wie viele intermetallische Verbindungen mit Hilfe der Erstarrungskurven nach TAMMANN oder der Aufnahme von Röntgenspektren). Die Neubelebung ging schließlich von der physikalischen Chemie aus; nachdem OSTWALD in seinen „Wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie" gezeigt hatte, wie die theoretische Chemie eine wegbahnende Behandlung der analytischen Chemie ermöglichte und ihm starke Erfolge besonders in der qualitativen Analytik recht gegeben hatten, begann auch, wenngleich langsam, das Rühren an die Geheimnisse der Methodik der quantitativen Analytik: Systematische Untersuchungen über *Gleichgewichte* und *Umkehrbarkeit der Reaktionen*, über die *günstigsten Fällungsbedingungen* und *-konzentrationen*, die *richtigen* p_H*-Werte*, die strengen Untersuchungen der *Fehlerquellen* (besonders bei den Atomgewichtsbestimmungen der letzten zwei Jahrzehnte) haben zu einem mit dem Rüstzeug der modernen physikalischen Chemie durchgeführten Studium des *Fällungsvorganges*, des *Zustandekommens* und auch der *Vermeidung der Verunreinigungen* und zu einer tiefer begründeten *Festlegung der Trennungs- und Fällungsbedingungen* geführt. Dabei hat sich herausgestellt, daß auch die quantitative Analytik voller Probleme steckt.

Wie kaum eine zweite Disziplin hat die analytische Chemie eine Mittelstellung zwischen Theorie und Praxis inne: Dem Forscher gibt sie die Handhabe, seine Schlüsse zu beweisen, — dem Techniker die scharfe Betriebskontrolle, — Käufern und Verkäufern die Möglichkeit genauer Angaben und Prüfungen der Warenqualität. So verschieden die Anwendungen, so verschieden die Anforderungen an die Verfahren: Die Forschung fordert exakte Verfahren, bei denen die Ausführungsdauer keine so wesentliche Rolle spielt, die Praxis die schnellen, einfachen, in jeder Hand gangbaren und doch hinreichend genauen Verfahren. Doch herrscht nicht immer Zufriedenheit; oft erheben sich Klagen über Mängel, Fehler und Mißerfolge. Diese rühren natürlich daher, daß die Zahl der notwendig bei der Durchführung einzuhaltenden Bedingungen größer ist, als bisher erkannt und angegeben wurde. Gründliche Abhilfe vermag nur die voll-

ständige Kenntnis der theoretischen Grundlagen zu schaffen; die letzten beiden Dezennien haben bereits wesentliche Erfolge gezeitigt, und es bleibt für die Zukunft, auf diesem Wege weiter fortzuschreiten.

Im folgenden wollen wir den Blick auf die Grundlagen einiger fundamentaler Vorgänge der *Gewichtsanalyse* richten. Vieles wurde klar, manches blieb jedoch noch etwas dunkel; doch zeigen die zum Teil recht lebhaft geführten Diskussionen, wie heiß das Bemühen ist. So reizvoll es auch wäre, dem Streite der Meinungen zu folgen, so sollen doch dem über die Fachgenossen erweiterten Kreise nur die reifen oder doch ziemlich reifen Früchte dargeboten werden.

II.

Der Wunschtraum des Gewichtsanalytikers ist der gut filtrierbare, von Verunreinigungen freie, stöchiometrisch zusammengesetzte Niederschlag. Doch wie kann ein solcher erzeugt werden? Die Fällung eines Niederschlages gehört, wie Erstarrung und Kondensation, zu den *Überschreitungsvorgängen*; das Zufügen des Fällungsmittels erzeugt eine *Übersättigung*. Die in der Lösung vorhandenen Teilchen finden sich zu *Häufungen* zusammen (SMOLUCHOWSKY, 1916), die nur reversibel sind, wenn keine Übersättigung besteht. Im Falle der Übersättigung werden diese submikroskopischen Aggregate der thermischen Bewegung gegenüber beständig und können zu sichtbaren Teilchen anwachsen; sie werden daher als *Keime* bezeichnet und die Häufungsgeschwindigkeit nunmehr als *Keimbildungsgeschwindigkeit*; diese wird vom Grade der Übersättigung und der Beweglichkeit der Moleküle in der Lösung abhängen. Doch ist diese Vorstellung nur für die Bildung amorpher, nicht aber kristalliner Niederschläge ausreichend (HABER, 1922). Dies wird bei der Verfolgung des weiteren Schicksals des Haufenwertes klar. Je größer die Häufungsgeschwindigkeit gewesen ist, um so unregelmäßiger die Lagerung, weil sie ja vom bloßen Zufall regiert wird. Besteht jedoch für die Teilchen die Einlagerungsmöglichkeit in ein Gitter (nach unserer heutigen Erfahrung trifft das für nahezu alle Stoffe zu), so werden die Teilchen unter Verlust von freier Energie mit einer gewissen *Ordnungsgeschwindigkeit*, die z. B. wesentlich von der Gestalt des Moleküls, seiner elektrischen Ladung und Symmetrie abhängt, in den Ordnungszustand übergehen.

Für den Übergang kleinerer Teilchen in große (*Teilchenwachstum*) sind zwei Umstände wesentlich.

1. Die Gitterbildungsenergie (pro Masseneinheit) ist für kleine Teilchen geringer als für große; die kleinen Teilchen haben dadurch die größere Löslichkeit. Diese kann von Fall zu Fall sehr verschieden sein; so ist das Verhältnis der Löslichkeit beim Radius $r = 0{,}02\ \mu$ zur Löslichkeit der grob-kristallinen Fällung ($r > 2\ \mu$) beim $BaSO_4$ 930, beim Ag_2CrO_4 4,0, beim PbJ_2 1,38. Der Übersättigungszustand muß also stets auf eine bestimmte Teilchengröße bezogen sein. Da die kleinen Teilchen den größeren gegenüber immer, wenn auch in verschiedenem Grade, instabil sind, so wandeln sie sich in diese um.

2. Teilchenbildungen aus Ionen enthalten einen relativ um so erheblicheren Überschuß der einen Art Bausteine und damit eine Ladung des Teilchens, je kleiner die Aggregate sind. Auch geordnete Abscheidungen von ungeladenen Bausteinen (Molekülen) erhalten durch Adsorption von An- oder Kationen oder polaren Molekülen an *aktiven Zentren* eine Ladung gegenüber ihrer Umgebung.

Das Teilchenwachstum erfolgt am leichtesten an den Stellen ungleichmäßiger Ladungsverteilung. Aus diesem Grunde geht das Wachstum eines Kristalles nicht von der Fläche, sondern von den Kanten aus gewissermaßen in einer Welle über die Fläche; aus dem gleichen Grunde vereinigen sich Kolloidteilchen, die ihre Ladung über ihre (Kugel-, Ellipsoid-) Fläche gleichmäßig verteilt haben, nur schwer zu größeren Verbänden. Auch führt die Ladung der Teilchen zu einer Begrenzung der Löslichkeitserhöhung der kleinen Teilchen (KNAPP, 1922; DUNDON, 1923), so daß diese nach molekularen Dimensionen hin nicht ad infinitum wächst.

Das Teilchenwachstum ist also ein *Adsorptionsvorgang arteigener Bausteine* an das Gitter mit nachfolgender Einordnung. Außer von den eben aufgezeigten Umständen muß die *Teilchenwachstumsgeschwindigkeit* von der Geschwindigkeit der Zufuhr der Bausteine, der *Diffusionsgeschwindigkeit*, abhängen, was sich besonders bei kleinen Konzentrationen bemerkbar macht.

Das Verhältnis der einzelnen Geschwindigkeiten zueinander bestimmt die *Ausscheidungsform:* Starke Überschreitung der Löslichkeitsgrenze ergibt große Keimbildungsgeschwindigkeit und, da die Lösung durch diesen Vorgang schon nahezu — im Grenzfall ganz — erschöpft ist, amorphe Niederschläge, die mit mehr oder minder großer Ordnungsgeschwindigkeit in den kristallinen Zustand übergehen. Bei weniger starker Überschreitung wird die Ordnungsgeschwindigkeit mit der Keimbildungsgeschwindigkeit konkurrieren können, und schon die primär gebildeten Teilchen werden Struktur aufweisen. Da die Lösung in diesem Fall noch nicht völlig erschöpft ist, so ist Gelegenheit zu langsamer Anlagerung an die Keime, zu reinem Kristallwachstum gegeben. Bei sehr geringer Übersättigung bildet sich nur eine geringe Anzahl von Keimen, die in aller Ruhe zu vollkommenen Kristallen auswachsen können.

Dies wird etwa die Abhängigkeit von der Übersättigung sein; die Abhängigkeit von der Konzentration ist im allgemeinen die, daß die Teilchengröße mit wachsender Konzentration sinkt und umgekehrt.

Zur Veranschaulichung seien $BaSO_4$-Fällungen aus verschiedenen Konzentrationen betrachtet (v. WEIMARN):

Normalitäten $Ba^{\cdot\cdot} + SO_4^{\prime\prime}$	Äußeres Bild	Teilchengröße	Vorgänge, die sich bei und nach der Fällung vollziehen
3 bis 7	alles zum Gel erstarrt	Submikronen	In der chaotischen Lagerung vollzieht sich Ordnung z. krist. Zustand, rasches Wachstum der kleinen Teilchen zugunsten der großen
0,75 bis 3	kolloid erscheinender Niederschlag	Punkte bei 1500 ×	
0,05	Nd. v. fedrigen Kristallskeletten	—	Ordnungsgeschw. i. d. Größenordnung der Keimbildungsgeschwindigkeit
0,005	kompakte Kristallskelette	—	überwiegende Ordnungs- und Kristallwachstumsgeschwindigkeit
0,001	Lösg. bleibt bis zur 5. Min. klar, wird dann opaleszent; nach 2 Std. vollst. Fällung	5 μ	geringe Keimbildungsgeschw., ruhiges Auswachsen der Keime zu vollständigen Kristallen.
0,0002	Nd. erscheint nach 1 Monat, Fällung dauert 6 Monate	30 μ	

Während beim $BaSO_4$ infolge der sehr viel geringeren Übersättigung durch die verhältnismäßig große Löslichkeit der kleinen Teilchen aus verdünnten Lösungen vollkommene Kristalle ausgefällt werden, erhält man beim AgCl z. B. gelartige Niederschläge, weil hier der Unterschied der Löslichkeit kleiner Teilchen zur normalen ähnlich gering ist wie beim PbJ_2, infolgedessen auch in verdünnten Lösungen Übersättigung besteht und die Hauptmenge als kolloidartiger Primärniederschlag fällt.

In der Hitze sind die Möglichkeiten, starke Übersättigungen zu erhalten, viel geringer; die Keimbildungsgeschwindigkeit ist daher bei hoher Temperatur geringer zugunsten der Ordnungs- und Wachstumsgeschwindigkeit, die beide mit steigender Temperatur zunehmen.

In der Umwandlung des primär gefallenen, instabilen Niederschlages in die endgültige Form besteht das, was wir mit *Altern* bezeichnen. Die Teilchenvergrößerung und die Vervollkommnung des gittermäßigen Aufbaues, wodurch die innere Oberfläche ab-, die Dichte zunimmt, schaffen das endgültige stabile Teilchen, das zugleich eine Verminderung der Verunreinigung aufweist, worauf wir sogleich noch zurückkommen. Die das Altern begünstigenden Vorgänge verlaufen in der Wärme beschleunigt, worauf der Erfolg des *Digerierens in der Wärme* beruht. — Mit Hilfe der radioaktiven Indikatoren (PANETH, HAHN) hat sich die Richtigkeit der Vorstellung ergeben (KOLTHOFF, ROSENBLUM). Im übrigen hängt, was durchaus verständlich ist, die Alterung von der Löslichkeit ab: bei leichter löslichen Salzen, z. B. dem $PbSO_4$, ist sie groß, bei schwer löslichen, z. B. $BaSO_4$, geringer; vermindert man die Löslichkeit des $PbSO_4$ durch Alkoholzusatz, so verlängert dies die Dauer der Alterung (in absolutem Alkohol findet sie überhaupt nicht mehr statt). Erhöht man die Löslichkeit des $BaSO_4$ durch HCl, so beschleunigt dies die Alterung. Sind die Löslichkeitsunterschiede zwischen kleinen und großen Teilchen gering, so verzögert dies ebenfalls die Alterung.

III.

Die zunehmende Löslichkeit bei zunehmendem Aufteilungsgrad ist nicht die einzige, zunächst als Widerspruch gegen das Löslichkeitsgesetz erscheinende Tatsache. Viele Sulfide werden nicht bei der Säurestufe (p_H) ausgefällt, die ihrem Löslichkeitsprodukt entspricht. Seit langem ist die auffälligste Form dieser Erscheinung bekannt in der Nichtfällbarkeit der Co- und Ni-Sulfide aus saurer Lösung, obwohl diese, einmal gefällt, bei mäßiger Säurekonzentration recht unlöslich sind. Jedermann weiß, daß Cd erst bei sehr viel geringeren Säurestufen als Sulfid gefällt werden kann als Pb; trotzdem sind die Löslichkeiten: PbS: $3{,}6 \times 10^{-6}$ Mol/l, CdS: $8{,}86 \times 10^{-6}$ Mol/l. Hiermit steht in Übereinstimmung, daß die Umsetzung $PbS + Cd^{\cdot\cdot} \rightleftarrows CdS + Pb^{\cdot\cdot}$ nicht, wie man vermuten würde, im Sinne des unteren, sondern des oberen Pfeiles verläuft: CdS mit Bleiacetatlösung geschüttelt, verändert sich nicht, hingegen setzt sich PbS, mit Cadmiumacetatlösung geschüttelt, um.

Hieraus ist nun nicht der Schluß zu ziehen, daß Massenwirkungsgesetz und Ionentheorie ihre Gültigkeit verloren haben, nur daß — wie überall — die schematische Anwendung nicht zum Ziel führt. Außerhalb dieser Gesetze liegen eben bisher noch unberücksichtigte Einflüsse. Aus unserer Erfahrung des vorigen Abschnittes würden wir sagen, daß die Bildung des stabilen, endgültigen Sulfids nur über das primäre, instabile geht; die Daten kennen wir aber naturgemäß nur von den stabilen Produkten genau. Wegen der hier notwendig zu fordernden größeren Löslichkeitsunterschiede sollte man die Alterung nicht oder nicht nur in physikalischen Vorgängen sehen, sondern chemische Veränderungen zulassen und von *chemischer Alterung* sprechen.

Die Löslichkeitsprodukte der Sulfide sind mitunter, je nach Fällungsart, außerordentlich verschieden, so von PbS bei Fällung mit Na_2S: 6,4 bis 13×10^{-15}; mit NaHS: 1,4 bis 5×10^{-13}; mit H_2S: 3,6 bis 42×10^{-29}! Die quantitative Trennung Cd — Zn über die Sulfide ist nur aus

schwefelsaurer Lösung möglich, weil das aus dieser Lösung gefällte CdS genügend — und viel unlöslicher als das aus salzsaurer Lösung gefällte — ist. Auch ist die Zusammensetzung der Bodenkörper keineswegs immer stöchiometrisch; es ist unter diesen Umständen durchaus zweifelhaft, ob die allgemeine Formulierung: $Me'' + S'' \rightarrow MeS$ zutreffend ist und nicht auch andere zugelassen werden müssen.

Es ist besonders von FEIGL die Ansicht verfochten worden, daß diese großen Unterschiede durch die große Neigung der Sulfide zu Koordinationsverbindungen besonders auch mit sich selbst (Autokomplexe) ihre Erklärung finden könnten[1].

Für Komplexbildung spricht auch die bei den Sulfiden besonders ausgeprägte *Mitfällung*, auch „induzierte" Fällung genannt. So wird Cu bei Aciditäten, bei denen es für sich niemals fallen würde, in Gegenwart von Hg mit diesem als Sulfid mitgefällt, Fe mit CuS; Mn, Co, Ni, Fe mit ZnS. Das systematische Studium dieser Mitfällungen hat die Existenz von Komplexverbindungen untereinander sehr wahrscheinlich erscheinen lassen (FEIGL).

Von der Mitfällung wesentlich verschieden ist die *Nachfällung*; diese kann ganz allgemein eintreten, wenn das Fällungsreagens mit einer Komponente der Lösung rasch, mit anderen langsam zu schwer löslichen Verbindungen reagiert; hierbei findet eine Induktion durch die erste Fällung statt. Ein schönes Beispiel bildet die Nachfällung des ZnS auf HgS:

Lösung: 0,05 mol $HgCl_2$: 0,05 mol $ZnSO_4$: 0,35 n H_2SO_4

	I	II	III	IV	
Zeit des Einleitens von H_2S	2	3	3	3	} Min.
Zeit des Schüttelns unter H_2S	1	10	20	60	
Proz. Zn'' in Filtrat	63	11	8,5	5,5	

Filtrieren vor vollständiger Ausfällung des Hg als HgS ergibt *alles* Zn im Filtrat; ebenso ist ohne Hg nach 30 Minuten noch nichts gefallen.

Die wahrscheinlichste Erklärung ist, daß von dem zuerst ausgefallenen Sulfidteilchen H_2S auf der Oberfläche stark adsorbiert (und zum Teil in Ionen gespalten) wird, und daß in dieser Sphäre der höheren S''-Konzentration die Übersättigung des ZnS aufgehoben wird. Hiermit rühren wir schon an die Erscheinungen der Adsorption, auf die wir sogleich noch kommen werden.

IV.

Wir haben die Niederschlagsbildung als einen verhältnismäßig komplizierten Vorgang kennengelernt, bei dem zunächst Geschwindigkeiten irreversibler Vorgänge mehr als Gleichgewichte den Vorgang beherrschen.

[1] Es ist jedenfalls auffallend, daß aus ungefärbten Kat- und Anionen so stark gefärbte, außerordentlich schwer lösliche Verbindungen entstehen, die zudem sehr oft in mehreren Modifikationen auftreten; das sind im allgemeinen Zeichen für keinen einfachen molekularen Aufbau.

Doch steigert sich dies alles noch, wenn wir mehr als nur die reine Lösung der Verbindung zulassen, wie es ja bei den Analysen der Fall ist. Unter den nunmehr sich abspielenden Vorgängen finden wir die Ursachen der Verunreinigungen unserer quantitativen Niederschläge. Wir wollen eine *Klassifikation der Verunreinigungsmöglichkeiten* zu treffen suchen, wobei wir uns von den schon gewonnenen Kenntnissen leiten lassen[1].

1. *Das Fällungsreagens gibt mit dem Niederschlag eine Verbindung*; früher nahm man Derartiges sehr oft an; wir wissen heute, daß solche Fälle recht selten sind. Die Fällung des La durch Alkalioxalat ist ein Beispiel; es werden Doppeloxalate gebildet, die oberhalb folgender Konzentrationen stabil werden: $Na > 0{,}01$ n; $K > 0{,}005$; $NH_4 > 0{,}006$. Wieviel Doppelsalz gebildet wird, hängt also vom Überschuß des Fällungsmittels ab, außerdem, da die Dauer der Gleichgewichtseinstellung von den Fällungsbedingungen abhängt, auch von diesen. Im Gleichgewicht entfielen auf 3 m-Äqu. $LaCl_3$ bei 4 m-Äqu. $K_2C_2O_4$ 13%, bei 7,5 m-Äqu. 48% und bei 10 m-Äqu. 66% des K auf die Doppelverbindung. Diese hat die Zusammensetzung $La_2(C_2O_4)_3 \cdot (Alk)_2 \cdot C_2O_4 \cdot xH_2O$, und bei großem Alkaliüberschuß: $La_2(C_2O_4)_3 \cdot 2\,(Alk)_2\,C_2O_4 \cdot yH_2O$. Ein weiteres Beispiel ist die Bleioxalatfällung aus Bleihalogenid-Lösungen.

2. *Es bilden sich Mischkristalle*, z. B. $BaSO_4$-$RaSO_4$. Die Verteilung zwischen Lösung und Niederschlag bestimmt der BERTHELOT-NERNSTsche Verteilungssatz. Die mitgefällte Menge ist durch Temperatur und Konzentration gegeben, aber unabhängig von der Art und der Größe der Teilchen und nicht durch die Anwesenheit anderer, keine Mischkristalle bildenden Verbindungen beeinflußt. Hierin besteht der wesentliche Unterschied gegen die innere Adsorption (s. u. 4). Sehr oft stehen die primären Fällungen mit den überstehenden Lösungen noch nicht im Gleichgewicht; die Mischkristalle sind inhomogen und erfordern andere Verteilungssätze. Für die stabilen (gealterten) Mischkristalle ist von HAHN (1933) mit Hilfe der radiographischen Methoden die Homogenität und die Gültigkeit des einfachen Verteilungssatzes bewiesen worden. Mitunter ergibt sich eine unvollständige Reihe von Mischkristallen: $BaSO_4$-$KMnO_4$ (GRIMM und WAGNER).

3. *Es bilden sich anormale Mischkristalle*. Diese besitzen bei fehlender Isomorphie der Komponenten alle Eigenschaften der echten Mischkristalle: gleichmäßige Verteilung im Wirtsgitter, geltender Verteilungssatz, keine Verdrängbarkeit durch nur adsorptiv bindbare Körper, keine Änderung der Zusammensetzung durch Umkristallisation (Alterung). $BaCl_2$-$PbCl_2$ sowie die Alkali-Halogenide mit $PbCl_2$ bilden anormale Mischkristalle.

[1] Ausschließen wollen wir den trivialen Fall, daß ein Fremdstoff unter ebendenselben Bedingungen gefällt wird; das gibt selbstverständlich immer eine Mitfällung.

4. *Innere Adsorption.* Das lose Haufwerk von Mikro- oder Ultramikrokristalliten der primären Fällungen stellt die Entwicklung einer sehr großen *inneren* Oberfläche dar, die an den aktiven Stellen eine Menge Fremdstoff[1] durch Adsorption binden kann. Im Gegensatz zu den Mischkristallen passen hier die Fremdteilchen *nicht* in das Wirtsgitter; dann besteht natürlich auch kein Verteilungssatz; vielmehr hängt die eingeschlossene Menge individuell von der Adsorbierbarkeit (bei Ionen wächst sie zunehmend mit der Ladung) und der Aktivität der Adsorptionsstellen ab. Bei der Alterung nimmt mit der dadurch verminderten inneren Oberfläche der Umfang der Verunreinigung stark ab; aus gleichem Grunde zeigen die aus verdünnten Lösungen gefällten Niederschläge geringere innere Adsorption. Die Verunreinigung durch innere Adsorption ist außerordentlich häufig, ja sie muß sich in gewissem Umfange immer einstellen. Der Einschluß von $BaCl_2$ in $BaSO_4$ ist ein bekanntes Beispiel. Mit den Mischkristallen teilt diese Verunreinigung die Eigenschaft, praktisch nicht aus dem Niederschlag auswaschbar zu sein. Bei Anwesenheit mehrer Ionen wird eine Konkurrenz um die Plätze ausbrechen; wenn nicht sehr spezifische Umstände am Werk sind, so wird man die adsorptiv gebundenen Mengen den Konzentrationen proportional finden bei *gleicher* Ladung und Deformierbarkeit; bei *verschiedener* mit diesen Größen wachsende Adsorption. Man wird also geringe Mitfällungen beim Überschuß von Gitteranionen verzeichnen, z. B. wenig Cl', wenn $Ba^{\cdot\cdot}$ aus SO_4''-reicher Lösung gefällt wird. Es ergibt sich die Regel: „Die Mitfällung fremder Anionen durch innere Adsorption ist stets größer beim Fällen in Gegenwart eines Überschusses der Gitterkationen, als in Gegenwart eines Überschusses der Gitteranionen."

5. *Oberflächenadsorption.* Die Adsorption, durch die die aktiven Stellen der freiliegenden Oberfläche abgesättigt werden, bezeichnen wir als *Oberflächenadsorption.* Wenn sie durch Gitterionen geschieht, so stellt sie das einfache Kristallwachstum dar. Ultravisible Teilchen (Kolloide) weisen vornehmlich Oberflächenadsorption auf; ihre innere Adsorption ist damit verglichen gering; andererseits haben gut ausgebildete Kristalle infolge ihrer im Verhältnis zur Gesamtmasse geringen Zahl von aktiven Stellen (etwa $1^0/_{00}$ der Oberfläche) eine geringe äußere Adsorption. Bei der Alterung der primären Teilchen verringert sich die Zahl der aktiven Stelien durch die Gittervervollkommnung; dadurch vermindert sich die Adsorption und mit ihr die Stabilität der Teilchen. Es wird also um so rascher eine Zusammenballung zu größeren Aggregaten (Flockung) kommen, je rascher der innere Ausgleich erfolgt [rasch z. B. PbS, HgS, langsam As_2S_3, $Th(OH)_4$, $Fe(OH)_3$].

[1] Bei den Adsorptionsvorgängen handelt es sich in erster Linie um Ionen, in zweiter um polare bzw. polarisierbare Moleküle.

Bei der Oberflächenadsorption stellt sich das Gleichgewicht rasch ein; das läßt sich mit Hilfe der radiochemischen Methoden leicht an dem mit AgCl mitgefällten Th B zeigen (etwa $^1/_2$ h); durch Säure wird dieses rasch wieder ausgewaschen, was zeigt, daß es wirklich nur oberflächlich adsorbiert war.

Natürlich ist die Oberflächenadsorption gegen Änderung der überstandenen flüssigen Phase nicht unempfindlich; es kann *Desorption* und auch *Austauschadsorption* leicht vor sich gehen: Calciumoxalat in Berührung mit SO_4'', JO_3', OH'- enthaltenden Lösungen tauscht das Oxalat gegen diese aus; Bleisulfat das SO_4'' gegen das Anion einiger Farbstoffe, wie Ponceau, Wollviolett; $BaSO_4$ das $Ba^{\cdot\cdot}$ gegen $Pb^{\cdot\cdot}$, nicht aber gegen $Ag^{\cdot}$. Es ist sehr oft, jedoch nicht durchgehend die Regel, daß die Ionen durch Austauschadsorption an das Gitter gelangen, die mit dem Gegenion ein kleines Ionenprodukt bilden.

6. *Einschlüsse* (*Vakuolen*). Bei rein mechanischen, wie Mutterlaugeneinschlüssen, handelt es sich um rein zufällige Verunreinigungen, die keinerlei Gesetzmäßigkeit folgen.

Schließlich wollen wir darüber klar bleiben, daß mehrere Ursachen zugleich wirken können, und daß zwischen den Klassen 1—6 keine scharfen Grenzen bestehen; doch überhebt uns das nicht der Notwendigkeit, definierte Idealtypen zu schaffen, um das Wesentliche der Sache zu erfassen und herauszustellen.

V.

Die frisch gefällten Niederschläge sind fast immer in-oder metastabile, vom Gleichgewicht weitentfernte Systeme; das trifft auch auf die Wasserbindung zu: die zuerst gefallenen Hydrate sind instabile, die in die stabilen übergehen ($CaC_2O_4 \cdot XH_2O \rightarrow CaC_2O_4 \cdot H_2O$). — Das alles werden wir beachten, wenn wir Nutzanwendungen für die Fällungen ziehen wollen. Das Rezept müßte etwa so aussehen: kalt, aus verhältnismäßig konzentrierten Lösungen fällen (also unter nichtanalytischen Bedingungen); den primär gefallenen, aus instabilen Teilchen bestehenden Niederschlag altern lassen: hierzu die Lösung verdünnen und evtl. noch Zusätze zur Erhöhung der Löslichkeit (z. B. HCl beim $BaSO_4$) oder zur Adsorptionsverdrängung machen und über Nacht digerieren. Von KOLTHOFF und SANDELL so gefällte sekundäre Kristalle von $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ waren über Erwarten rein. — Ist der Primärniederschlag schon stabil, so nützt das Digerieren wenig, weil ja kein Energiegefälle vorhanden ist. Ist Nachfällung zu erwarten, so verfährt man besser anders, weil die Alterung diese begünstigt. Mischkristallniederschläge oder solche, die sehr starke innere Adsorption zeigen, sind nicht oder nur nach sehr häufigem Umfällen rein zu erhalten. Ebenso eignen sich Fällungen, deren Primärteilchen sehr langsam altern, nicht zu quantitativen Bestimmungen.

Für die empirischen Regeln finden sich nun theoretische Begründungen, und es ist uns klar, daß die viel geübte Fällung aus verdünnten, heißen Lösungen große, gut durchgebildete Kristalle erzeugt, besonders wenn beide Lösungen gleichzeitig in ein drittes Gefäß langsam zusammengegeben werden, so daß niemals große Konzentrationen und damit große Übersättigungen entstehen. So gibt bekanntlich auch $BaSO_4$ große Kristalle.

Doch kann noch kleinere Übersättigung wünschenswert erscheinen. Man kann dann so, wie z. B. bei der CaC_2O_4-Fällung verfahren: Die mit dem Fällungsreagens versetzte Lösung wird so sauer gehalten, daß gerade noch nichts fällt; dann setzt man Harnstoff zu und kocht. Die einsetzende langsame Hydrolyse des Harnstoffs verbraucht die die Fällung hindernde Säure so langsam, daß das Oxalat schön grob ausfällt. Nach dem gleichen Prinzip erhält man große Kristalle von AgCl, wenn man aus den ammoniakalischen Lösungen den Ammoniak langsam abdunsten läßt.

Auch die Anwendung der Ammonsalzzusätze wird klar: sie haben den Zweck, sowohl innere wie äußere Adsorptionsstellen nur durch sie zu besetzen; hierzu müssen sie den anderen Elektrolyten gegenüber in vielfachem Überschuß zugesetzt werden. Bei der späteren Wärmebehandlung der Niederschläge sind sie im Gegensatz zu nichtflüchtigen adsorbierten Verunreinigungen leicht zu entfernen.

Ein Beispiel einer den theoretischen Erkenntnissen angepaßten Vorschrift ist die ZnS-Fällung: ZnS fällt aus alkalischen Lösungen rasch, aber schleimig; der Niederschlag besteht vornehmlich aus primären Teilchen, die nur sehr langsam altern; unterhalb $p_H = 2$ wird die Fällung unvollständig; dicht vor dieser Säurestufe ist zwar langsame, aber kristalline Fällung zu erwarten. So ist es auch in der Tat; die Vorschrift lautet: Fälle beim $p_H = 2$ bis 3.

VI.

Weiterhin hat sich die physikalische Chemie bei der Feststellung der *Trennungsbedingungen* als sehr nutzbringend erwiesen. Bei den Fällungen bzw. Trennungen über Oxyde oder Hydroxyde ist das eine Frage des p_H-Wertes:

Das Löslichkeitsprodukt L eines zweiwertigen Metallhydroxyds ist durch $L_{Me(OH)_2} = [Me^{\cdot\cdot}] \cdot [OH']^2$ definiert.

Die Hydoxylionenkonzentration ergibt sich somit zu:

$$[OH'] = \sqrt{\frac{L_{Me(OH)_2}}{[Me^{\cdot\cdot}]}}$$

und da $[OH']$ und $[H^{\cdot}]$ durch

$$[H^{\cdot}] \cdot [OH'] = K_w$$

zusammenhängen, die Wasserstoffionenkonzentration zu:

$$[H^{\cdot}] = K_w \cdot \sqrt{\frac{[Me^{\cdot\cdot}]}{L_{Me(OH)_2}}}.$$

Jede Änderung von $[H^{\cdot}]$ zieht eine solche der $[Me^{\cdot\cdot}]$ nach sich und umgekehrt; z. B. bei 10facher Vermehrung (Abnahme) der $[H^{\cdot}]$ eine 100fache Zunahme (Abnahme) der $[Me^{\cdot\cdot}]$. Aus der Kenntnis der L-Werte kann man errechnen, bei welcher Säurestufe die $[H^{\cdot}]$ so gering ist, daß man von vollständiger Fällung sprechen kann. Nach BRITTON (1927) erhält man folgende Übersicht:

p_H	11	9	8	7	6	5	4	3
Als Hydroxyde fällbare Elemente	Mg Mn	Ag, Hg Mn, La	Co, Ni Cd, U, Ce Nd, Pr	Fe^{II}, Pb Sm	Cu^{II}, Cr^{III} Zn, Be	Al	Th, U^{VI}	Sn, Fe^{III} Zr

Die Werte sind nur ungefähre; auch kommen noch einige weitere Bedingungen hinzu, und es ist nicht einfach so: man stellt die entspechende Säurestufe ein und erwartet, daß jedes Element hübsch in seiner Stufe fällt. Aber dennoch bildet die Tabelle die Grundlage für die *Trennungen mit Hilfe der Puffermethoden*, die man ausübte (*bas. Azetatmethode*), lange ehe man Begriff und Wirkungsweise von Puffergemischen kannte. Die Kontrolle über die älteren Methoden hat ergeben, daß sie die optimalen p_H-Werte oft nicht treffen; sie konnten durch eine Reihe systematisch aufgebauter Puffersysteme ersetzt werden, von denen erwähnt seien: Ameisensäure-Formiat und Benzoesäure-Benzoat, dieses besonders geeignet zur Abtrennung der Elemente Al, Fe^{III}, Cr^{III} von den zweiwertigen in einem Gange.

Als System zur *Einstellung genauer Endazidität* haben sich die Mischungen $HX + HXO_3$ ($X = Cl$, Br, J) erwiesen, die $H^{\cdot}$ nach: $5\,XH + HXO_3 \rightarrow X_2 + 3\,H_2O$ vernichten (STOCK, MOSER). Man kann 9 im p_H-Wert abgestufte Systeme kombinieren. Einige sind zu *hydrolytischen Trennungen im sauren Gebiet* angewendet worden: Ti von Al und U; Bi von Pb, Cu, Cd. Sie verlaufen meist in einem Gange, und die Fällungen erweisen sich als nur wenig adsorptiv verunreinigt. Sicherlich liegen hier noch ungenutzte Möglichkeiten.

VII.

Es wäre unbillig zu verschweigen, daß wir in diesen, einige Fundamentalvorgänge betreffenden Ausschnitten nur einen Teil der Leistung der theoretischen Forschung würdigen, auf viele hochinteressante Einzelheiten und Feinheiten nicht eingehen konnten und daß darüber hinaus in anderen Gebieten die Einflüsse zum Teil noch tiefer und wirksamer werden konnten. Es sei nur an die geradezu revolutionierenden Einflüsse auf die Maßanalyse gedacht und an die große Zahl ganz neu erschlossener Gebiete, deren Methoden be-

sonders hilfreich zur Erfassung kleiner und kleinster Mengen sein konnten, wo jegliche Gravimetrie aufhört.

So ist ein schönes Verhältnis entstanden: das, was die Theorie einst an Diensten von der empirischen Analytik empfing, zahlt sie heute mit tieferer Kenntnis und Einsicht in die analytischen Vorgänge zurück und wahrlich nicht mit geringerer Münze.

Einige benutzte und zur Weitereinführung geeignete Literatur: I. P. Walden, Zahl, Maß und Gewicht in „Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge" N. F. 8. — Fresenius, Z. anal. Chem. **100**, 1 (1935). — II. F. Haber, Ber. dtsch. chem. Ges. **55**, 1717 (1922). — Dundon u. Mack, J. amer. chem. Soc. **45**, 2479, 2658 (1923). — Knapp, Trans. Faraday Soc. **17**, 457 (1922). — v. Weimarn Zur Lehre von den Zuständen der Materie. Dresden 1913. — Die Allgemeinheit des kolloiden Zustandes. 1925. — I. M. Kolthoff u. Ch. Rosenblum, J. amer. chem. Soc. **56**, 1264 (1934); **57**, 597, 607 (1935). — Balarew, Z. anal. Chem. **96**, 81 (1933); **101**, 161 (1935). — III. F. Feigl, Z. anal. Chem. **65**, 25 (1924) — Z. anorg. u. allg. Chem. **157**, 251, 269 (1926). — I. M. Kolthoff, Z. anal. Chem. **104**, 321 (1936). — Ruff u. Mitarb., Z. anorg. u. allg. Chem. **146**, 388; **150**, 84 (1925); **151**, 81 (1926); **185**, 369, 387 (1929); **195**, 60 (1931). — I. M. Kolthoff, D. R. Moltzau, Chem. Rev. **17**, 293 (1935). — IV. I. M. Kolthoff, J. physic. Chem. **36**, 860 (1932) — Kolloid-Z. **68**, 190 (1934). — F. Hahn, H. Käding, R. Mumbrauer, Z. Krist. **87**, 387 (1934). — B. Težak, Z. physik. Chem. B **32**, 46, 52 (1936). — VI. Britton, J. chem. Soc. (1925), 2110. — L. Moser, Monatsh. f. Chem. **53** (1929), 39. — Ältere Berichte über Stand und Wege der analytischen Chemie: Fresenius, Z. angew. Chem. **25**, 2513 (1912). — W. Böttger, Bd. 13 der Samml. „Die Chemische Analyse" (Margosches); im Anhang Übersetzung einer gleichsinnigen Arbeit v. W. F. Hillebrand. — Th. W. Richards, Umschau **13**, 540 (1909). — Lehrbücher: T. B. Smith, Analytical Processes, A Physico-chemical Interpretion. London 1921. — I. M. Kolthoff, E. B. Sandell, Textbook of quantitative inorganic Analysis. New York 1936.

Reisen und Forschungen in Angola.

Von der Westküste Afrikas nach Osten bis zum Kassai im Kongobecken und den Oberläufen des Sambesi, von der Mündung des Kongo im Norden bis zum Kunene, dem Grenzfluß gegen unsere frühere Kolonie im Süden, liegt Portugiesisch-Angola, ein gewaltiger Raum, größer als das frühere Deutsch-Südwestafrika. Sein Norden wird von vielen Flüssen durchschnitten, die sich im Kassai und Kwango zum Kongo sammeln, auch durch den Kuanza an der Loandoküste und kleinere Flüsse das Meer direkt erreichen. Im Süden, wo die Landschaft von der Feuchtigkeit der Tropen zur subtropischen Trockenheit von Deutsch-Südwest überleitet, strömen die Wasser zum Sambesi, wie der Kwando und der Okawango, auch durch den Kunene zur Westküste, sind aber weniger zahlreich und auch weniger wirksam als im Norden, wie es dem trockenen Klima entspricht. Die Kongo-Sambesi-Wasserscheide zwischen Norden und Süden liegt in einer Schwelle, der das Hochland von Bihé angehört.

Angola steigt von der Westküste wie eine Riesentreppe in 4 gewaltigen Stufen zum Planalto empor, der an seiner Westseite noch ein Randgebirge, die Reste einer früheren, höheren Stufenfläche, trägt. Die unterste Stufenfläche begleitet mit Breiten von 35—55 km im Süden und bis 180 km am Kuanza im Norden die Küste, welche mit steilen Kliffs von 20—40 m Höhe zum Meere abfällt, und steigt landeinwärts nach Osten bis 400, auch 500 m Höhe langsam empor. Dann folgt der Steilabfall der zweiten Stufe, dann deren Fläche, dann Abfall und Fläche der dritten, dann der Anstieg zum Planalto und von diesem aus zu den Randgebirgen und den anderen Resten der fünften. Die Ränder der Stufen sind von Tälern durchrissen, auch von Inselbergen, den von ihnen ganz abgelösten Stücken, begleitet, welche die ehemals größere Ausdehnung der Stufen nach Westen anzeigen. Die Steilabfälle haben verschiedene Höhen, bis über 300 m, und die Stufenflächen verschiedene Breiten, die zweite von unten bis gegen 100 km. Die Neigungen dieser Flächen fallen langsam nach Westen, doch die des Planalto von der wasserscheidenden Schwelle des Hochlandes von Bihé nach Norden und Süden, wie die Flußläufe dartun. Diese strömen auf dem Planalto in breiten, flachen Mulden und schneiden sich erst gegen den Kongo und Sambesi hin, auch Schnellen und Fälle bildend, tiefer hinein. Die Reststücke der fünften Stufe und Randgebirge des Planalto steigen im Moco bis über 2600 m Höhe empor. Die Stufenflächen sind einförmig gewellt, doch ihre Weränder an den Steilabfällen zeigen schroffe Formen und imponierende Kontraste.

Diese Landschaften von Angola sind oft durchreist worden, auch von zahlreichen deutschen Forschern, vor allem von Pogge und Wissmann; Pogge ist dabei dem Klima und den Strapazen erlegen. Die meisten Forscher durcheilten das Stufenland, um die Kongo- und Sambesiflüsse zu erreichen und zu erforschen. Sie vermieden ein längeres Verweilen in ihm, vor allem in dem ungesunden Küstentiefland, und strebten den von Leiden und Mühen freieren Hochflächen des Planalto und ihren Problemen im Kongobecken zu. An der Küste liegen viel besuchte portugiesische Häfen, wie S. Paulo de Loanda am Kuanza im Norden und Mossamedes im Süden, doch sonst ist die Küste steil und unzugänglich, meist auch ohne Schwemmlandsaum. So blieb das Hinterland wenig erforscht, wenn auch Portugal manches dafür tat und nach dem Weltkrieg deutsche Siedler von Süden her einzogen. Im Jahre 1932 ist auch eine Bahn vollendet, die von der Lobitobai und dem Hafen Benguela, etwa in der Mitte zwischen S. Paulo und Mossamedes gelegen, in 3 Tagen mit einem alle 14 Tage verkehrenden Luxuszug der L.K.D. (Chemins de Fer Léopoldville-Katanga-Dilolo) nach Elisabethville im südlichsten Belgisch-Kongo fährt und von dort in weiteren 7 Tagen durch Britisch-Nord- und -Südrhodesien Beira in Portugiesisch-Ostafrika südlich von der Sambesimündung erreicht. Die portugiesischen Kolonien der Ost- und der Westküste sind durch diesen gewaltigen Bahnbau wirksam verbunden.

Die Forschungen O. Jessens 1931—1932, von denen hier die Rede sein soll, haben dem Stufenland, doch auch dem westlichen Planalto bis zum Kuanza gegolten und sich auf die Formen der Landschaft und ihre Entstehung, auf das Klima und seine von ihm gründlich erfahrenen Beschwerden, auf die Verteilung der Pflanzenwelt und das Gepräge, das sie der Landschaft gibt, auf die eingeborene Bevölkerung und die eingewanderten Farmer, wie ihre Kulturen und Aussichten, erstreckt. Es ist mit offenem und freiem Sinn Vieles und Neues beobachtet worden, auch in Photographien festgehalten und in ebenso charakteristisch

wie anziehend gestalteten Skizzen von der Gattin des Verfassers, die alle Mühen geteilt hat und die Lebens- und Wirkensmöglichkeiten in dem schwierigen Lande mit gestalten half. Alles ist nun in dem monumentalen Werk niedergelegt worden, das vor kurzem erschien[1]. Wie zu der Reise, so haben auch zu diesem die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und industrielle Werke, vor allem I. G. Farben und das deutsche Kalisyndikat, wesentlich geholfen. So ist nach Inhalt und Form ein Werk entstanden, von dem die Royal Geographical Society in London soeben geurteilt hat: „written in the classic style of the great explorers", zumal es eine Lücke füllt, welche diese nach dem Stande der damaligen Afrikaforschung und der Stellung ihrer Probleme offengelassen hatten.

Das Buch JESSENS besteht aus zwei sich gegenseitig und organisch ergänzenden Teilen, einer Wiedergabe der Reisebeobachtungen auf 11 Routen (S. 1—324), deren Gang man auf einer einfachen Kartenskizze leicht überblicken kann, und einer Zusammenfassung der Ergebnisse, der morphologischen und der landschaftlichen, also der Formen des Landes und ihrer Entstehung einerseits, seines heutigen Bildes, seiner Bewohner und seiner Nutzung andererseits (S. 325 bis 392). Ein kurzes Vorwort und ein Register bilden Anfang und Schluß. Die Zusammenfassung leitet die Ergebnisse aus den Einzelbeobachtungen und ihrer geistigen Einordnung ab, und der erste Teil zeigt, wie und was beobachtet und verarbeitet wurde. Man liest diese Routenschilderungen gern, auch als Erlebnis, und man kehrt zu ihnen aus dem zweiten Teil immer wieder zurück, um dessen Schlüsse entstehen zu sehen und nachzuprüfen. So ergänzen sich beide Teile wie ihre Darstellungsarten und sind gegenseitig nicht zu entbehren, auch wenn die Routenschilderungen sich oft mit den gleichen Erscheinungen befassen und manches wiederholen. Sie sind durch die Mehrzahl der schönen und anschaulichen Bilder und Skizzen belebt und bringen physisch wie ethnographisch und wirtschaftsgeographisch viel Interessantes.

In der Zusammenfassung der Ergebnisse interessieren vor allem die Entstehung der Stufenlandschaft, ihr heutiges Bild und die Möglichkeiten ihrer Entwicklung. In ihrer Entstehungsart sind zugleich alle grundlegenden Fragen enthalten, welche für die ganze Westküste Afrikas, mindestens vom Guineabusen an nach Süden, zu stellen sind und oft gestellt wurden, doch bisher noch keine so eindringende und geschlossene Behandlung erfahren haben wie in JESSENS Buch. „Es sind weder Schicht- noch Bruchstufen, sondern — auch in der Anlage — echte Denudationsstufen, also die Ebenheiten wie der Planalto echte Rumpfflächen. Bruchbildung, junge Faltung und Vulkanismus sind in Angola morphologisch ganz ohne Belang. Rumpfflächen, Denudationsstufen, Inselberge beherrschen vollkommen das Relief." So lautet der bis ins einzelne begründete Schluß, und zwar nicht nur für die Landschaft von der Küste bis zum Planalto, sondern genetisch mit ihr verbunden auch für den ozeanischen Schelf und die Abfälle des Meeresbodens davor.

Im einzelnen wird entwickelt, daß die Stufenflächen verschieden alt sind und daß die ältesten am höchsten liegen, daß die Inselberge mit der Entstehung der Fläche eng zusammenhängen, daß die Hebung des Kontinents und die Senkung des Meeresbodens gleichzeitig erfolgte und ihr Verbindungsstück sich dabei flexurartig verbog, hauptsächlich außerhalb der heutigen Küste. Das Problem der Inselberge wird näher verfolgt, die in dem feuchten Norden Angolas wie im trockenen Süden auftreten, sich heute aber nur in den niederschlagsreichen Gegenden der wechselfeuchten Tropen weiterbilden. Das Wechselspiel der chemischen und physikalischen Verwitterung und die dabei entstehenden Bodenarten werden beschrieben. So wird alles daraus hergeleitet, daß alte, auf den Meeresspiegel eingestellte, und dann gehobene Rumpfflächen zerfalt und aufgelöst und erniedrigt wurden. Das Alter des Planalto und der Reste der fünften Stufe darüber geht bis zur Obertrias hinauf, das der untersten Stufe ist miocän-pliocän, doch die Entwicklung der großen Randflexur und ihre morphologische Ausgestaltung ist ein einheitliches Phänomen, nur die Intensität der Bewegung ist periodisch verschieden gewesen. Das submarine Relief ist aus Lotungen erschlossen, und, soweit es darnach möglich war, ebenfalls zu 5 Verebenungen und 4 Abfällen dazwischen geordnet, von denen die oberste als Schelf und die unterste als der Tiefseeboden gekennzeichnet wird. Diese submarinen Stufen werden gleichzeitig mit denen des Landes, die von der Küste aufsteigen, durch Abrasion bei periodischer Senkung während der Ausbildung der großen Randflexur aus der alten Landoberfläche entstanden gedacht. Die Planaltostufe und die des Tiefseebodens würden sich dabei entsprechen. Dieses ist eine kühne und für den submarinen Teil durch die Lotungen noch nicht genügend gestützte Konstruktion, doch sie hat den Vorteil der Einheitlichkeit, der klaren Entwicklung und der folgerichtigen Begründung.

Das Schlußkapitel des Buches und Karte 2 behandeln dann die landschaftliche Gliederung von Westangola, die Bewohner, sowie die Möglichkeiten der Nutzung und Kolonisation, nachdem die Routenschilderungen hierüber schon viele wertvolle Einzelheiten gebracht haben. JESSEN gliedert das Land in Feuchtgebiete, Trockenwälder, die Randgebirge des Planalto, die mittelfeuchten bis trockenen Steppen und die Trockengebiete und unterscheidet entsprechend die Trockenwaldkultur der Vimbundu-Völker im Hochland, die Tieflandkultur der Kongo-Ambundu im Norden und die Steppenkultur der nomadischen Südvölker, die den Nilotischen Seenbewohnern nahe stünden. Die Europäer können — außer im Tieflandgebiet — gut und erfolgreich leben. Der Anbau von Getreide (Weizen, Mais, Hafer u. a.), von Gemüsen, Früchten, Plantagengewächsen (Kaffee, Sisal u. a.) ist nach den Klimaten der Landschaften verschieden, doch weithin mit guten Erfolgen möglich, auch Oasenkulturen in den Trockengebieten, ebenso Viehzucht. Nennenswerte Bodenschätze sind bisher nicht ermittelt worden. Die Siedlungsformen der Eingeborenen sind wechselvoll und den Landschaften angepaßt. Die Portugiesen leben meist als Händler, andere Europäer, vor allem die Deutschen aus Südwestafrika, als Farmer. Sie haben es nicht leicht, besonders die Kleinfarmer nicht; sie brauchen Kapital und gründliche Erfahrung, um vorwärts zu kommen. Doch für das Wegenetz ist von den Portugiesen schon viel getan, so daß die Entwicklung des reichen und meist gut bewohnbaren Landes durch energische Arbeit schöne Aussichten eröffnet. Der Verfasser hat seine vielseitigen Erfahrungen auch in diesen kulturellen und wirtschaftlichen Fragen in den Routenschilderungen wie in dem zusammenfassenden Schlußkapitel niedergelegt. So darf das Buch in jeder Hinsicht als eine besonders wertvolle Fortsetzung der Deutschen Afrikaforschung an wichtigster Stelle bezeichnet werden. E. v. DRYGALSKI.

[1] O. JESSEN, Reisen und Forschungen in Angola. Berlin: Dietrich Reimer 1936. XIV, 397 S., 98 Abbild. auf 40 Tafeln, 96 Abbild. im Text, 9 Profile und 2 Karten. Lexikonformat.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über den Eiweißzucker, Eiweißgehalt und Kohlehydratindex der Sera und Körperflüssigkeiten verschiedener Tiere.

Frühere Untersuchungen, besonders bei Säugetieren[1], ergaben, daß nach Säurehydrolyse von Blut oder Serum unter bestimmten Bedingungen eine Zunahme des Reduktionsvermögens vorhanden ist. Diese Zunahme ist durch Hydrolyse oder Abspaltung von Zuckern aus Hexose-Phosphorsäuren, Glykogen, Eiweiß und anderen Substanzen bedingt. LUSTIG und LANGER[2] arbeiteten eine Methode aus, bei der der Kohlehydratgehalt der Serumeiweißkörper nach Isolierung derselben mit Hilfe der Farbreaktion mit Orcinschwefelsäure bestimmt wird. Da bei ihrer Bestimmung nur die im Eiweißverband vorhandenen Kohlehydrate erfaßt werden, benennen sie folgerichtig die gefundenen Werte „Eiweißzucker".

Es schien von Interesse, ob man mit Hilfe der Bestimmung des Kohlehydratgehaltes der Eiweißkörper des Serums und der Körperflüssigkeiten bei verschiedenen Tierarten Differenzen zwischen einzelnen Tiergruppen nachweisen kann. Aus diesem Grunde wurde mit der von LUSTIG und LANGER ausgearbeiteten, entsprechend modifizierten Methode der Kohlehydratgehalt der isolierten Eiweißkörper verschiedener Tiere untersucht. Dabei ergab sich die Notwendigkeit, neben dem Kohlehydratgehalt auch den Eiweißgehalt des Serums genauer festzulegen, um so mehr als nicht nur zwischen verschiedenen Tierarten, sondern auch oft bei verschiedenen Exemplaren derselben Tierart große Schwankungen des Eiweißgehaltes vorhanden waren. Aus diesem Grunde wurde neben dem Eiweißzucker (Kohlehydratgehalt der Serumeiweißkörper in 100 ccm Serum) der Eiweiß-N bzw. der Eiweißgehalt in 100 ccm Serum und der Kohlehydratgehalt der Eiweißkörper bestimmt. Außerdem wurde die auf einem Teil Kohlehydrate im Eiweißverband entfallende Menge Eiweiß-N berechnet. Dieser bei der Untersuchung als *Kohlehydratindex* (KI.) bezeichnete Wert erwies sich als brauchbar zur Charakterisierung und Differenzierung der Serumeiweißkörper verschiedener Tierarten.

Die Versuche ergaben bei den Coelenterata und Echinodermata bei geringem Eiweißgehalt einen hohen Kohlehydratgehalt derselben. Allerdings kann die Körperflüssigkeit dieser Tiere nicht ohne weiteres dem Serum gleichgesetzt werden. Bei den *Mollusken* war mit Zunahme des Entwicklungsgrades des Blutkreislaufes eine Steigerung des Eiweißgehaltes und des KI. bei gleichzeitiger Verminderung des Kohlehydratgehaltes der Serumeiweißkörper zu beobachten. Der Eiweißgehalt steigt von 20—70 mg % bei Anodonta mutabilis und Pinna nobilis, 1,3 % bei Helix pomatia, auf etwa 5 % bei Sepia officinalis, die ein reich entwickeltes Arterien- und Venensystem besitzt. Gleichzeitig fällt der Kohlehydratgehalt der Eiweißkörper von 14,2—14,6 % bei Anodonta mutabilis und Pinna nobilis, auf 6,8 % bei Helix pomatia und 2,95 % bei Sepia officinalis. Die untersuchten Crustaceen zeigen bei hohem Eiweißgehalt von allen untersuchten Tierarten den niedrigsten Kohlehydratgehalt der Eiweißkörper (0,31 und 0,58 %), so daß der KI. 28,7 und 51,7 beträgt. Das Serum der Raupen von Hybernia defoliaria hatte bei hohem Eiweißgehalt einen Kohlehydratgehalt von 4,62 %. Das Tunicatenserum war eiweißarm. Das Eiweiß hatte ähnlich wie bei allen untersuchten Tieren mit niedrigem Eiweißgehalt einen hohen Kohlehydratgehalt (8,39 %).

Von allen Vertebraten war bei Scylliorhinus canicula (Katzenhai) der höchste Kohlehydratgehalt im Serumeiweiß (12,2 %) zu finden. Ein ähnlicher Eiweißgehalt war bei Petromyzon fluviatilis vorhanden, dessen KI. 3,46 war. Die übrigen Pisces zeigten untereinander gleichartige Werte (Eiweißgehalt 2,6—4,4, KI. 3,50—5,24).

Die bei Amphibien, Reptilien und Vögeln gefundenen Resultate wiesen untereinander keine großen Differenzen auf. Der Eiweißgehalt war 2,2—5,2 %, der KI. 2,5—5,8. Dieser Befund bildet eine Bestätigung der gebräuchlichen Einteilung der Reptilien und Vögel in die eigene Gruppe der Sauropsiden. Auffallend ist, daß nach der Serumuntersuchung Anguis fragilis (Blindschleiche) den Schlangen näher steht als den Eidechsen. Ein ähnlicher Befund ist von GRÜNBERG[1] erhoben worden, nach dem die Leukocyten im Blut der Blindschleichen denen der Schlangen näherstehen als denen der Eidechsen.

Die verschiedenen Mammalia wiesen untereinander größere Schwankungen des Eiweißgehaltes, nicht aber des Kohlehydratgehaltes der Serumeiweißkörper auf. Der KI. war 5,21—8,29. Bei jungen Tieren war der Eiweißgehalt gegenüber erwachsenen erniedrigt.

Die Ergebnisse scheinen darauf hinzuweisen, daß innerhalb derselben Klasse die Tiere mit dem höchstentwickelten Kreislaufsystem den höchsten Eiweißgehalt und KI. bei niedrigstem Kohlehydratgehalt der Eiweißkörper haben. Bei Tieren mit wenig entwickeltem Kreislauf ist immer ein niedriger Eiweißgehalt und KI. vorhanden, wobei die Eiweißkörper sehr kohlehydratreich sind. Außerdem scheint im großen und ganzen von den Coelenteraten zu den Mammalia ein langsamer Anstieg des Eiweißgehaltes und der Kohlehydratindices des Serums bei gleichzeitiger Abnahme des Kohlehydratgehalts der Eiweißkörper stattzufinden.

Die ausführliche Publikation erfolgt später an anderer Stelle.

Wien IX, Laboratorium der Pearson-Stiftung, Dezember 1936. B. LUSTIG. T. ERNST.

[1] GREVENSTUK, Über freien und „gebundenen" Zucker in Blut und Organen. Bergmann-Verlag 1929.

[2] LUSTIG u. LANGER, Biochem. Z. **242**, 321 (1931).

Zur Messung des gaszugänglichen Teiles der Oberflächen von Kontakten.

Aus mit Radiothor indiziertem krist. α-FeOOH wurden durch Entwässern im trockenen N_2-Strom bei verschiedenen Temperaturen verschieden aktive α-Fe_2O_3-Sorten[2] hergestellt. Es wurde nun einerseits die Emanationsgabe dieser Präparate nach der bekannten EmV-Methode OTTO HAHNS[3] (Wegführen der austretenden Thoriumemanation durch einen N_2-Strom und ionometrische Bestimmung der weggeführten Emanation im Elektrometer) gemessen. Andererseits bestimmten wir nach M. v. LAUE und R. BRILL[2] röntgenographisch die mittleren Dimensionen der Teilchen der einzelnen Präparate in der *a*- und *c*-Richtung der hexagonalen Kriställchen und berechneten hieraus die Gesamtoberflächen pro Mol[4].

Aus den so ermittelten Oberflächen und dem absoluten EmV[5] der Präparate wurde die Rückstoßweglänge der Emanation in den einzelnen Präparaten berechnet, und zwar unter Vernachlässigung der Diffusion, d. h. unter der Annahme, daß für das Entweichen der Emanation praktisch nur der radioaktive Rückstoß der kurzlebigen Th-Emanation verantwortlich zu machen sei.

Die erhaltenen Rückstoßweglängen waren aber bestimmt viel zu klein. Sie lagen für das energieärmste (bei 800° hergestellte) α-Fe_2O_3 über 2 Zehnerpotenzen und für das energiereichste (bei 200° hergestellte) α-Fe_2O_3 fast 1 Zehnerpotenz unter dem Werte von etwas über 300 Å, der sich auf Grund anderer Messungen für Thoron in α-Fe_2O_3 vorausberechnen läßt[5]. Das Ergebnis ist um so ausgesprochener, als unsere „Rückstoßweglängen" durch den noch in ihnen steckenden Einfluß der Diffusion[6] eigentlich zu groß sein müßten.

Damit zeigen unsere Befunde ganz eindeutig, daß die Oberflächen der röntgenographisch ausmeßbaren (in sich kohärent strahlenden) Primärteilchen nicht dasjenige sind, was man mit der HAHNschen Emaniermethode erfaßt. Denn um in unseren Versuchen zu reellen Rückstoßwerten zu gelangen, muß man die Oberfläche des energie-

[1] GRÜNBERG, Virchows Arch. **164**, 303 (1901).

[2] R. FRICKE u. P. ACKERMANN, Z. Elektrochem. 40, 630 (1934).

[3] Über bisherige Untersuchungen mit Hilfe der HAHNschen Emaniermethode vgl. die Literaturangaben bei R. MUMBRAUER, Z. physik. Chem. (A) **172**, 65 (1935).

[4] Vgl. hierzu R. FRICKE, R. SCHNABEL, K. BECK, Z. Elektrochem. **42**, 881 (1936).

[5] Für die Messung des absoluten EmV unserer Ausgangspräparate haben wir Herrn O. HAHN, Berlin-Dahlem, zu danken.

[6] F. STRASSMANN, Z. physik. Chem. (B) **26**, 353 (1934).

armen α-Fe_2O_3 um über 2 Zehnerpotenzen kleiner annehmen, als röntgenographisch gefunden wurde usw. Das ist nur dann vernünftig, wenn für die Resultate der HAHNschen EmV-Methode die Art der Zusammenlagerung bzw. Verklebung der Primärteilchen, also die Sekundärstruktur im weitesten Sinne, eine sehr stark maßgebende Rolle spielt.

Letzteres Resultat wird weiter gestützt durch die von uns gefundene enorm starke Abhängigkeit der „Rückstoßweglängen" von der Darstellungstemperatur der Präparate. Denn eine Änderung der „Rückstoßweglängen" im Verhältnis 1 : 10 dürfte durch die von uns früher röntgenographisch festgestellten, wenn auch zum Teil recht starken Desorientierungszustände der betreffenden Gitter[1] „(Aufrauhungen" der Netzebenen) allein nicht zu erklären sein.

Damit dokumentiert sich die HAHNsche EmV-Methode bei Verwendung der kurzlebigen Thoriumemanation als ein Untersuchungsverfahren, welches die für ein Gas relativ *schnell* zugängliche Oberfläche erfaßt (im Gegensatz zu der die mittlere Größe und Oberfläche aller Primärteilchen erfassenden Röntgenmethode). Aus diesem Grunde dürfte die HAHNsche Methode z. B. für die Untersuchung von Kontakten ganz besonders wertvoll sein.

Wir kommen binnen kurzem in einer Fachzeitschrift ausführlich auf diesen Gegenstand zurück und werden dort auch noch weitere Versuche betreffend den großen Einfluß der Sekundärstruktur auf das EmV bringen.

Für wertvolle Diskussion danken wir den Herren OTTO HAHN und F. STRASSMANN, Berlin-Dahlem, sowie W. SEITH, Stuttgart.

Stuttgart, Laboratorium für anorganische Chemie und Anorganisch-Chemische Technologie der Technischen Hochschule, den 3. Januar 1937. R. FRICKE. R. MUMBRAUER.

Lichtstarke Emissionsaufnahmen der $a^3\Pi \rightarrow X^1\Sigma$ (Cameron) Interkombinationsbanden des CO, unter hoher Dispersion.

Aus einer Geisslerentladung in Neongas zwischen Kohleelektroden konnten die Interkombinationsbanden des Kohlenoxyds, System $a^3\Pi \rightarrow X^1\Sigma$ in der Emission unter Verwendung des großen Gitters (30000 Furche pro Zoll, Dispersion 1,2 A pro Plattenmillimeter) mit einer Lichtstärke, die zur Rotationsanalyse genügt, photographiert werden. An der Hand teils eigener Absorptionsaufnahmen, teils der Angaben von Cameron [W. H. B. CAMERON, Philosophic. Mag. 1, 405 (1926)] sind folgende Banden identifiziert worden: 0—0, 0—1, 0—2, 1—3, 0—3, 1—4, 2—5, 3—6, 4—7, 4—8. Besonders lichtstark erschienen 0—0, 0—1 und 0—2, im Gegensatz zu CAMERONS Angaben. Die Bande 0—0 wurde bis jetzt in der Emission noch überhaupt nicht beobachtet, was höchstwahrscheinlich dem ausgezeichneten Reflexionsvermögen des mit Hochheimmetall überzogenen Gitters zu verdanken ist. — An der ersten Aufnahme erschien mit überraschend großer Intensität eine rotabschattierte Bande bei 2575 Å, die sich identisch einerseits mit der von KAPLAN [J. KAPLAN, Physic. Rev. **36**, 788 (1930)] angegebene starke Bande, andererseits mit der $4 \rightarrow 8$-Bande des untersuchten $a^3\Pi \rightarrow X^1\Sigma$-Systems erwies. Somit scheint das angebliche K-Niveau (in der Höhe von 38820 cm^{-1} über dem CO $X^1\Sigma$-Grundzustand) keine Realität zu besitzen, dagegen kommt dem so selektiv angeregten oberen Zustand $a^3\Pi(v=4) = 55160\ cm^{-1}$ eine besondere Bedeutung zu, in merkwürdiger Übereinstimmung mit der von uns angegebenen (untersten) Dissoziationsenergie des CO bei 6,89 Volt.

Budapest, Physikalisches Institut der Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften, den 8. Januar 1937. R. SCHMID. L. GERÖ.

Rotabschattierte Banden des CO in der Gegend von 2670—3310 A.

Im Laufe der voranstehenden Untersuchungen wurden lichtstarke Aufnahmen des CO-Spektrums zwischen 1950 und 7000 Å in der I. Ordnung erhalten, die die ANGSTRÖM, IV. pos. und III. pos. Systeme nur mäßig entwickelt anzeigen, so daß die anderen CO-Systeme — vor allem Cameron, 3 A, Triplett usw. — von den störendsten Überlagerungen ziemlich befreit und der Rotationsanalyse zugänglich erscheinen. — In dieser Weise machte sich ein System von rotabschattierten Banden bemerkbar. Die stärkste Bande dieses anscheinend neuen CO-Bandensystems liegt bei 2670 Å, dicht vor der Kante der 5 B, $b^3\Sigma - a^3\Pi$, (1—0) Bande. Weitere liegen ebenfalls in oder vor den Kopfgebieten der anderen III. pos. Banden. Folgende Figur stellt die Bande bei 2670 Å dar. Die übrigen zeigen sehr

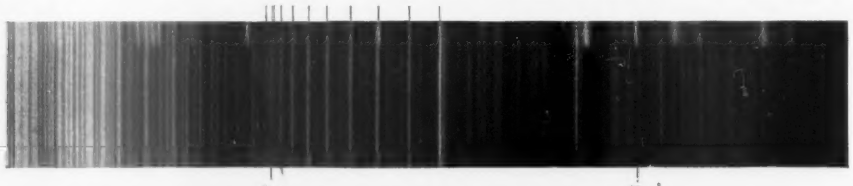


Fig. 1. Rotabschattierte CO-Bande bei 2670 Å.

ähnliche Struktur: nach einer Anzahl weitliegender starker Linien charakteristische Linienhäufungen.

Budapest, Physikalisches Institut der Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften, den 8. Januar 1937. R. SCHMID. L. GERÖ.

Künstliche Radioaktivität durch γ-Strahlen.

Durch Beschießen von Lithium mit Protonen von mehr als 450 kV erhält man eine γ-Strahlung von etwa 17 e-MV. Diese haben wir auf verschiedene Stoffe wirken lassen, um durch Kern-Photoeffekt radioaktive Stoffe zu gewinnen. Positive Resultate erhielten wir bisher mit Kupfer, Brom und Phosphor. Die Halbwertzeiten der beobachteten Radioaktivität vertragen sich in allen Fällen mit der Annahme, daß der Prozeß in der Abspaltung eines Neutrons besteht.

Kupfer zeigt eine Halbwertzeit von etwa 11 min. HEYN[1] ist auf einem anderen Wege zu einer Halbwertzeit von 10,5 min für Cu^{62} gelangt. Demnach liegt der Prozeß $Cu^{63}(\gamma, n)\,Cu^{62}$ vor.

Brom. Als aktives Produkt wurde chemisch Brom nachgewiesen. Die Halbwertzeit deckt sich innerhalb der Meßgenauigkeit mit derjenigen des einen bekannten Bromisotops, nämlich 18 min. Dieses Isotop kann auch durch *Anlagerung* langsamer Neutronen aus gewöhnlichem Brom ($Br^{79} + Br^{81}$) gebildet werden. Daher kann diese Halbwertzeit jetzt dem Br^{80} zugeordnet werden, gemäß $Br^{81}(\gamma, n)\,Br^{80}$ bzw. $Br^{79}(n, \gamma)\,Br^{80}$.

Phosphor erhält eine schwache Radioaktivität, welche in 2—3 min auf die Hälfte abfällt. Vermutlich handelt es sich um P^{30} mit der bekannten Halbwertzeit von 3,2 min, welches nach $P^{31}(\gamma, n)\,P^{30}$ entsteht.

Bei Kupfer und Brom konnte noch festgestellt werden, daß mit Änderung der Protonenenergie die Aktivität dem steilen Resonanzanstieg der Li-γ-Strahlung folgt. Damit ist erwiesen, daß die Aktivität wirklich durch die γ-Strahlung und nicht durch eine ungewollte Neutronenstrahlung hervorgerufen wird.

Heidelberg, Institut für Physik am Kaiser Wilhelm-Institut für medizinische Forschung, den 26. Januar 1937. W. BOTHE. W. GENTNER.

[1] Siehe Fußnote 2 auf S. 89, Sp. 2.

[1] F. A. HEYN, Nature (Lond.) **138**, 723 (1936).

Besprechungen.

SARTON, GEORGE, **The Study of the History of Science.** Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1936. 75 S. 20 cm × 35 cm.

Vor kurzem errichtete Dr. G. SARTON an der Harvard-University in Cambridge (Mass.) ein Seminar für Geschichte der Wissenschaften, insbesondere der Naturwissenschaften, und eröffnete es mit einer Rede, deren Abdruck hier vorliegt. Auf engem Raume erörtert sie in allgemeinverständlicher Weise Wesen und Wichtigkeit des Studiums dieser Geschichte, ihre hohe Bedeutung für die Kenntnis und Erkenntnis der Gesetze, nach denen sich die Entwicklung der Wissenschaften vollzieht, für die kritische Beurteilung der Vorzeit und ihrer Überlieferungen, sowie für die allgemein-menschliche Ausgestaltung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. An diese knappe Darlegung (50 S.) schließt sich eine bibliographische Übersicht an (25 S.), die dem Anfänger die Kenntnis der wichtigsten einschlägigen Werke, Zeitschriften, Forschungs- und Kongreßberichte usw. erschließt. Der Verfasser der grundlegenden „*Introduction of the History of Science*" war wohl die geeignetste und fähigste Persönlichkeit zur Abfassung eines solchen einführenden Vortrages, und es genügt daher auszusprechen, daß dieser in seiner Art ein kleines Meisterstück ist, kurz, erschöpfend, dabei für jedermann vollkommen faßlich. — Druck und Ausstattung gereichen der „Harvard University Press" zur Ehre. EDMUND O. VON LIPPMANN, Halle a. d. S.

JUST, GÜNTHER, **Die Vererbung.** 2. Auflage. Breslau: Ferdinand Hirt 1936. 188 S. und 59 Abbild. 14 cm × 21 cm. Preis in Leinen geb. RM 5.50.

Nach 10 Jahren ist das Buch von JUST, „Die Vererbung", nachdem es monatelang vergriffen war, in 2. Auflage erschienen. Im Aufbau sind keine Veränderungen vorgenommen worden, jedoch sind durch zahlreiche Einfügungen die Fortschritte der Vererbungswissenschaft gründlich berücksichtigt worden, ohne daß das Buch dadurch seinen Vorzug der leichten Verständlichkeit verloren hätte. Besonderen Ausbau hat der Abschnitt „Topographie der Erbanlagen" gefunden. Auch die neuesten zytologischen Untersuchungen über die Riesenchromosome von Drosophila wurden berücksichtigt. Neu hinzugekommen ist der Abschnitt über Erbanlageserien (multiple Allele) mit einer ausführlichen Besprechung der Blutgruppenvererbung beim Menschen, ferner die Kapitel „geistige Eigenschaften und Vererbung" und „das Zusammenspiel der Erbanlagen". Die Darstellung dieser Fragen wird dazu beitragen, Zweifel und Mißverständnisse, die sich auf diesen Gebieten gar zu leicht einstellen, zu beheben. Vor anderen Einführungen in die Vererbungslehre hat das Buch von JUST den Vorzug, daß die Hinweise auf die menschliche Vererbungslehre sich zwanglos einfügen und die Einheit der botanischen, zoologischen und Humangenetik klar hervortritt. P. HERTWIG, Berlin.

Fortschritte der Botanik. Bd. V: Bericht über das Jahr 1935. Unter Zusammenarbeit mit mehreren Fachgenossen herausgeg. v. F. v. WETTSTEIN. Berlin: Julius Springer 1936. IV, 346 S. 39 Abb. 16 cm × 24 cm. Preis RM 28.80.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß die schon seit vielen Jahren lebhaft geführten Klagen über das „Spezialistentum" in der Wissenschaft, die sich in letzter Zeit bis zu den schärfsten Angriffen auf die Gesamthaltung der Wissenschaft überhaupt gesteigert haben, in gewisser Hinsicht ihre Berechtigung haben. Daher ist es verständlich, wenn jetzt immer wieder Versuche gemacht werden, den in der fortschreitenden Spezialisierung aller Wissenschaftsgebiete liegenden Gefahren zu steuern. Da die Spezialisierung aber nicht etwa im bösen Willen der Wissenschaftler oder in ihrer ständig sinkenden durchschnittlichen Begabung begründet liegt, sondern eine zwangsläufige Folge des Wissenschaftsfortschrittes ist, kann dem Übel mit vielleicht gutgemeinten Ermahnungen zum Verzicht auf Vereinzelung zugunsten des „Ganzen" oder „Wesentlichen" nicht abgeholfen werden. Vielfach gehen diese Ermahnungen und etwa ebenso häufig Versuche, sie zu befolgen, von Menschen aus, die sich dem gemeinten Wissenschaftsgebiet mehr von außen nähern als aus ihm herauswachsen. Für die wissenschaftliche Botanik ist vor 5 Jahren der Versuch gemacht worden, den Gefahren der gegenseitigen Entfremdung ihrer Teildisziplinen auf einem anderen Wege zu begegnen: die Spezialisten wurden sozusagen zur Bekämpfung der durch sie heraufbeschworenen Gefahren selbst mobilisiert. Jährlich geben sie in einem Sammelband einen Bericht über den Fortschritt ihres Teilgebietes. Es wird angestrebt, jeden dieser Berichte so zu halten, daß er vom Nichtspezialisten auf dem betreffenden Gebiet gelesen werden kann. Auf Vollständigkeit der Bearbeitung der im Berichtsjahr erschienenen Literatur wird bewußt verzichtet. Der Referent entscheidet, was er in seinem Fach für einen „Fortschritt" hält. Daß damit gewisse Gefahren verknüpft sind, ist klar. Diese Gefahren sind aber unvermeidlich, wenn man das gesteckte Ziel im Auge behalten will und die schon reichlich vorhandenen Bibliographien nicht einfach um eine neue vermehren will. Daß die verschiedenen Kapitel sehr verschiedene Anforderungen an den Bearbeiter stellen, ist aus dem stark verschiedenen Umfang der Literatur und der sehr unterschiedlichen Heftigkeit der Entwicklung der Teildisziplinen der Botanik verständlich. Daß den einen Referenten die auch dem Nichtspezialisten verständliche Darstellung besser liegt als dem anderen, ist nicht zu verwundern. Als Ganzes hat das Unternehmen in den 5 Jahren seines Bestehens seine Brauchbarkeit und günstige Wirkung in der Botanik aber durchaus bewiesen. Es darf allerdings nicht verschwiegen werden, daß seine erfolgreiche Lektüre eine gute botanische und allgemein-naturwissenschaftliche Bildung voraussetzt. In ganz besonderem Maße gilt das für die an Bearbeiter und Leser nicht geringe Anforderungen stellenden Kapitel der chemischen Physiologie.

Die Gesamteinteilung ist auch im 5. Band beibehalten. Auch die 17 Referenten sind bis auf einen die gleichen geblieben; nur für K. HÖFLER ist in diesem Jahr S. STRUGGER als Bearbeiter der „Zellphysiologie und Protoplasmatik" eingetreten. Im Kapitel „Vererbung" hat OEHLKERS sich in diesem Jahr zum erstenmal auch der Form des Jahresberichts, der sonst allgemein angewandt wird, bedient, während er früher die mehrere Jahre umfassende Darstellung ausgewählter Kapitel wählte.

Sehr zu begrüßen ist, daß demnächst ein parallel organisiertes Werk für Zoologie begonnen wird, so daß in Zukunft jeder Biologe in der Lage ist, seine Gesamtwissenschaft relativ leicht in ihren Fortschritten zu verfolgen. Es ist zu hoffen, daß die jährliche Lektüre dieser beiden, auch dem Privatmann erschwinglichen Bücher immer mehr eine selbstverständliche Gewohnheit aller Forscher und Lehrer der Biologie an Hoch- und Mittelschulen wird. Jedenfalls würden dadurch die Gefahren des Spezialistentums sehr wirksam bekämpft werden können und die nicht minder zu fürchtende Gefahr der Oberflächlichkeit der Fachbildung durch zweitrangige Ersatzmittel gebannt bleiben, was in Anbetracht der großen Bedeutung der Biologie für das Geistesleben der Gegenwart nicht scharf genug gefordert werden kann.

G. MELCHERS, Berlin-Dahlem.

Biologische Wirkungen der Luftelektrizität und der künstlichen Ionisierung.

Seit fast zwei Jahrhunderten beschäftigen sich Ärzte und Physiker, Zoologen und Botaniker mit der Frage, ob die atmosphärische Elektrizität erkennbare Wirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze ausübt. Das Interesse daran hat in den letzten Jahren sehr zugenommen durch die Vertiefung unserer meteorologischen Kenntnisse, die Fortschritte der Medizin, in Deutschland nicht zuletzt auch dadurch, daß die Volksgesundheit jetzt im Mittelpunkt des sozialen und wirtschaftlichen Denkens steht. Es ist bei uns wieder wie früher: ärztliche Praxis und naturwissenschaftliche Forschung verbinden sich immer enger miteinander. Die neueren Untersuchungen werden begünstigt durch die Vervollkommnung künstlicher Ionisierungsapparate, die es ermöglichen, im Laboratorium mit weit stärkeren Dosen zu experimentieren, als sie die Natur zur Verfügung hat. Auch die immer noch geheimnisvolle Wirkung der Wünschelrute und der sog. „Erdstrahlen", die ja vielfach als eine elektrische Wirkung aufgefaßt wird, gehört in dies Gebiet.

Mit der biologischen Wirkung der Luftelektrizität beschäftigt sich ein kürzlich erschienenes Buch eines Schweizer Arztes, A. SCHMID[1]. Es ist das erste seiner Art und hervorgegangen aus Vorträgen, die der Verfasser in Schweizer wissenschaftlichen Gesellschaften gehalten hat. Die Darstellung ist insofern eigenartig, als sie ein zeitliches Aneinanderreihen aller einschlägigen Arbeiten gibt von FRANKLIN bis zur Gegenwart (einschließlich 1935). Diese Gliederung erschien dem Verfasser die natürlichste, weil dadurch der Entwicklungsgang, den die Forschung genommen hat, gut in Erscheinung tritt. Es ist in der Tat eine erschöpfende Darstellung an Hand der alten Literatur, die der Verfasser vollzählig bringt, und die selbst in Fachkreisen wenig oder gar nicht bekannt ist. Ein Nachteil dieser Darstellungsweise ist, daß dabei der Überblick über die Einzelgebiete verlorengeht. Ich habe es daher vorgezogen, den Stoff nach den Einzelgebieten zu ordnen. Um nicht ins Uferlose zu kommen, wurden die von SCHMID hin und wieder mit herangezogenen Arbeiten über die Wünschelrute und die „Erdstrahlen" außer Betracht gelassen. Wer sich über den heutigen Stand dieser Fragen unterrichten will, sei auf die zusammenfassende Darstellung von F. LINKE [Neuere Fachliteratur über Wünschelruten und Erdstrahlen, Bioklimatische Beibl. d. Meteorol. Z. **2**, 32 (1935)] verwiesen, die den Standpunkt eines wohlwollenden Wissenschaftlers zu diesen noch recht ungeklärten Dingen zum Ausdruck bringt.

Von zusammenfassenden Darstellungen und Büchern, welche die biologische Wirkung der Luftelektrizität behandeln oder mitbehandeln, seien folgende erwähnt: B. DE RUDDER, Wetter und Jahreszeiten als Krankheitsfaktoren. Berlin: Julius Springer 1931, wo sehr anregend alle biologischen Fragen besprochen werden; AIMES, Météoropathologie. Paris: N. Maloine 1932, wo vor allem ein Überblick über die französische Forschung gebracht wird; die Übersicht in gedrängter Form von B. RAJEWSKI, Luftionen und ihre biologische Anwendung, in der Strahlentherapie **1933**; das Buch von PIÉRY und Mitarbeitern, Traité de Climatologie biologique et médicale. Paris: Masson 1934, wieder den Stand der Forschung in Frankreich bringend; der Vortrag von F. LINKE, Die physikalisch-meteorologischen Grundlagen der medizinischen Klimatologie. Bioklimatische Beibl. **1935**. Die psychischen Zusammenhänge bespricht W. HELLPACH in seinem Buch, Geopsychische Erscheinungen. Leipzig: Engelmann 1923. Gerade die beiden Werke von HELLPACH und DE RUDDER haben weite Verbreitung gefunden und Ärzte und auch Kranke dazu angeregt, sich in langjährigen Wahrnehmungen mit dem Einfluß des Wetters und der atmosphärischen Elektrizität auf das Befinden des Menschen zu beschäftigen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß auf diesem Gebiet sehr viele Hypothesen aufgestellt worden sind. SCHMID bringt sie fast alle, wenn auch in gedrängter Kürze. So haben z. B. früher ärztliche Forscher Zusammenhänge vermutet zwischen atmosphärischer Elektrizität und großen Epidemien, vor allem der Cholera. Der Kuriosität halber sei erwähnt, daß der große Philosoph IMMANUEL KANT nicht nur luftelektrische Beziehungen bei seinen eigenen Krankheiten angenommen hat, sondern durch solche Beziehungen auch das damals an manchen Orten auftretende Katzensterben erklären wollte. ALEXANDER VON HUMBOLDT vertrat die Ansicht, daß nicht nur die Kröpfe, sondern auch der Kretinismus durch „zu wenig Luftelektrizität" entstehen sollten. In der nun folgenden Übersicht können Hypothesen nur gestreift werden. Das Hauptgewicht soll auf die physikalischen und klinischen Versuche gelegt werden, die in dem Gebiet in reicher Fülle gemacht worden sind.

I. Biologische Wirkungen auf den Menschen.

1. Wirkungen auf den gesunden Menschen. Schon der gesunde Mensch empfindet den großen Wechsel, der in fast jedem Klima, vor allem im mitteleuropäischen Klima, in allen Jahreszeiten eintritt. Dieser Wechsel erreicht von einem Tag zum anderen Beträge, die in der Größenordnung der jahreszeitlichen Schwankungen liegen. Es ist klar, daß diese schnellen, großen Änderungen sehr viel größere Anforderungen an den Organismus stellen als die langsam vor sich gehenden Wechsel der Jahreszeiten selber. Nun ist das Klima aber nicht nur die Summe von Einzelvorgängen im Wettergeschehen, es ist ferner auch die Summe der Wirkungen aller Bestandteile, die in der uns umgebenden Luft enthalten sind. Ein sehr wichtiger solcher Bestandteil ist die Elektrizität. Als erster hat im Jahre 1756 in einer Mitteilung an die Pariser Akademie der Wissenschaften der französische Arzt LEMONNIER auf Grund von Versuchen, die er schon 1752 ausgeführt hat, die Ansicht ausgesprochen, daß die eben entdeckte atmosphärische Elektrizität Wirkungen auf den menschlichen Körper ausüben müsse. Angeregt wurde er dazu durch die damals schon bekannten Wirkungen der künstlichen Elektrizität. Daß die Beschäftigung mit der atmosphärischen Elektrizität entgegen der Meinung FRANKLINS durchaus nicht ungefährlich war, bewies der Tod RICHMANNS in St. Petersburg, der 1753 bei Beobachtungen mit seinem Gerät im Zimmer von einem Blitz erschlagen wurde, ein Ereignis, das größtes Aufsehen erregte und in der ganzen zeitgenössischen Literatur die Runde machte. Auch der Pater BECCARIA, Turin, dem wir die ersten regelmäßigen Beobachtungen der atmosphärischen Elektrizität verdanken und der Jahrzehnte hindurch mit größtem Eifer luftelektrische Studien getrieben hat, gab seiner Überzeugung Aus-

[1] Biologische Wirkungen der Luftelektrizität unter Berücksichtigung der künstlichen Ionisierung. Beobachtungen, Versuche und Hypothesen von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis zur Gegenwart von Dr. ALFRED SCHMID, Arzt in Bern. Bern-Leipzig: Paul Haupt 1936. 135 S., 5 Tafeln. 17 cm × 25 cm. Preis geh. RM 4.80.

druck, daß bei allem Naturgeschehen die atmosphärische Elektrizität eine große Rolle spielen müsse. Im Jahre 1780 wurde eine Schrift von BERTHOLON, Montpellier, preisgekrönt, welche die Wirkung der Luftelektrizität auf den menschlichen Organismus behandelte. Eintrittswege sind nach BERTHOLON einmal die Poren der Haut und dann die Lunge. Dieser französische Arzt trieb schon Ionentherapie mittels künstlicher Elektrisierung, die er durch Kerzenflammen und Spitzenentladung erzeugte. Er hat als erster den Gedanken ausgesprochen, daß die Anzahl der Geburten und Todesfälle von der Witterung und damit von der atmosphärischen Elektrizität abhängen muß. Auch der berüchtigte Minister der Französischen Revolution, MARAT, der von Haus aus Arzt und Physiker war, hat sich eingehend mit luftelektrischen Studien befaßt. So hat er Versuche über den Einfluß künstlich geladener Luft auf den Menschen ausgeführt. Allerdings kommt er im Gegensatz zu BERTHOLON zu dem Ergebnis, daß kein Einfluß auf die animalischen Funktionen vorhanden sei. Von den großen Klassikern der Elektrizität haben sich aber VOLTA und GALVANI ganz im Sinne BERTHOLONS ausgesprochen. VOLTA hat sich, wie aus seinen Briefen an den berühmten Göttinger Physiker LICHTENBERG hervorgeht, mit künstlicher Elektrisierung für Heilzwecke befaßt. GALVANI beobachtete, daß bei seinen Froschschenkelversuchen bei Blitzen heftige Zuckungen auftraten; aber das zeigte sich nicht nur bei Gewittern, sondern auch schon dann, wenn Wolken über die Meßvorrichtung hinwegzogen. GALVANI zog daraus den Schluß, daß ein großer Einfluß der atmosphärischen Elektrizität auf die Muskeln und Nerven vorhanden sein müsse. Da aber das Interesse der Zeitgenossen ganz von der neuen, bei den Froschschenkelversuchen sich zeigenden Berührungselektrizität in Anspruch genommen wurde, wurde dieses wichtige Meßergebnis GALVANIS gar nicht beachtet und geriet bald ganz in Vergessenheit. Jedenfalls war GALVANI fest davon überzeugt, daß zwischen Luftelektrizität und Wohlbefinden des Menschen ein Zusammenhang bestehen müsse. Im 19. Jahrhundert haben zwei hervorragende deutsche Naturforscher ähnliche Gedanken entwickelt, der berühmte Arzt HUFELAND, dessen 100. Todestages kürzlich überall in Deutschland gedacht wurde, und ALEXANDER VON HUMBOLDT, der in seinem Kosmos mehrfach von den Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität auf die belebte Natur schreibt.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war das Interesse an diesen Dingen fast ganz eingeschlafen. Die medizinische Forschung war ganz von der Zellularpathologie VIRCHOWS und von der Bakteriologie in Anspruch genommen. Erst die Entdeckung der atmosphärischen Ionen durch die beiden Wolfenbütteler Physiker ELSTER und GEITEL im Jahre 1900 gab der Forschung neue Anregung, und schon bald nach den ersten bahnbrechenden Arbeiten ELSTERS und GEITELS führte man viele atmosphärisch bedingten Krankheiten, wie die Berg- und Föhnkrankheit, auf Ionenwirkung zurück. Die ebenfalls ELSTER und GEITEL zu verdankende Entdeckung der Radioaktivität der Freiluft regte dazu an, auch solchen Einwirkungen auf den menschlichen Körper nachzugehen. Die negativ geladenen Radiumzerfallprodukte, die Induktionen, müssen sich ja wie auf allen der Atmosphäre ausgesetzten Gegenständen und Pflanzen auch auf dem Körper des Menschen niederschlagen. Auch die dritte wichtige Entdeckung ELSTERS und GEITELS, die erhöhte Leitfähigkeit der Boden- und Kellerluft, sowie die ebenfalls erhöhte Radioaktivität dieser Luftarten gab den Anstoß zu klinischen Untersuchungen. Es war allerdings schwierig, hier Zusammenhänge mit dem Wohlbefinden des Menschen herauszufinden. E. K. MÜLLER, Zürich, der sich schon seit Jahrzehnten mit den Wirkungen elektrischer und magnetischer Kräfte auf den Menschen befaßte, fand 1922, daß der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers deutlich von der Witterung abhängt. Das Sonnenfleckenmaximum, das ja bekanntlich auch eine Häufung der magnetischen Störungen bringt, ergab Störungen des elektrischen Körperwiderstandes, ebenso Erdbeben. Neuerdings (1934/35) haben T. und B. DÜLL in Frankfurt a. M. den Nachweis erbracht, daß eine ganze Reihe Störungen im normalen Verlauf der Lebensfunktionen, Krankheitsausbrüche und Todesfälle, in Zusammenhang stehen mit Veränderungen auf der Sonnenoberfläche. Heftige, kurze Eruptionen der Sonne senden elektrische Teilchen aus, die unter Umständen die Erde erreichen. Als auslösendes Agens beim menschlichen Körper sehen T. u. B. DÜLL kurze elektrische Wellen an.

Richtungweisend sind dann Untersuchungen gewesen, die am Universitätsinstitut für physikalische Grundlagen der Medizin in Frankfurt a. M. ausgeführt wurden und von DESSAUER in dem Buch „10 Jahre Forschung auf dem physikalisch-medizinischen Grenzgebiet", Leipzig: G. Thieme 1931, zusammengefaßt worden sind. Das Bestreben ging vor allen dahin, eine Apparatur zu schaffen, mit der unipolar leitende Luft, also Luft, die nur elektrische Ladungen eines Vorzeichens enthält, hergestellt werden konnte. Benutzt wurden nicht Gasionen, sondern durch Glühentladung einer kleinen Magnesiumoxydpatrone in einem starken elektrischen Feld entstandene Staubionen von mittlerer Beweglichkeit. Mit dieser DESSAUERschen Ionenapparatur wurden außer in Frankfurt auch an vielen anderen Orten experimentelle und klinische Untersuchungen ausgeführt. Neben diesem Gerät ist vor einiger Zeit von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft (AEG.) Berlin ein auf dem Prinzip der Spitzenausstrahlung beruhender Ionenspender gebaut worden. Es handelt sich bei ihm um Ionen, die in ihren chemischstofflichen und in ihren elektrischen Eigenschaften von den DESSAUERschen MgO-Ionen verschieden sind, so daß anzunehmen ist, daß auch die biologisch-therapeutischen Wirkungen anders sein werden. Doch liegen darüber noch keine Erfahrungen vor. Nach einigen Messungen von ISRAEL und SCHULZ (Balneologe 1934. 503) liefert das AEG.-Gerät vorwiegend kleine Ionen, wozu je nach der Art der Schaltung noch mittelgroße und große Ionen kommen.

In seinem obenerwähnten Buch „Wetter und Jahreszeiten als Krankheitsfaktoren" macht DE RUDDER den Versuch, das Befinden des Menschen durch elektrische Fernkräfte zu erklären. Er denkt dabei an die Unstetigkeitsschichten der atmosphärischen Fronten und an den Luftkörperwechsel mit den durch ihn bedingten luftelektrischen Änderungen. Hiergegen wenden sich 1933 CHORUS und LEVI, Davos, und 1934 MÖRIKOFER ebenfalls Davos. Der Ionenbestand einer Luftmasse ist stets an diese gebunden, eine Fernwirkung kommt also nicht in Betracht. Bei der Nahwirkung spielt der Rauch- und Staubgehalt der Luft und die damit verbundene Ionenänderung eine viel größere Rolle als die mit dem Frontenwechsel verbundene Zustandsänderung der Ionen. MÖRIKOFER glaubt, daß schnelle Luftdruckschwankungen die biologischen Wirkungen verursachen.

Bei dem großen Interesse, das die kosmische Ultrastrahlung in den letzten Jahren gefunden hat, lag es nahe, an Einflüsse dieser Strahlung auf den menschlichen Organismus zu denken. Darüber hat 1933 KUNZE, Rostock, einige Ausführungen gemacht. Die große

Lebensdauer der menschlichen Zellen beweist, daß uns das dauernde Bombardement der aus dem Weltall kommenden Ultrastrahlung ganz gut bekommt. Immerhin wäre es möglich, daß einmal durch einen „Volltreffer" ein Zellkern zerstört wird. Vielleicht ist das Altern des Menschen und das Absterben bestimmter Zellen ohne erkennbaren Grund eine Folge dieser ja dauernd wirkenden Strahlung. Bei Höhenflügen, wo ein großer Teil der schützenden Atmosphäre fortfällt und infolgedessen die Ultrastrahlung sehr stark zunimmt, ist eine sehr viel stärkere Einwirkung zu erwarten. Man könnte so die Höhenkrankheit und vor allem die „Berufsfliegerkrankheit" erklären.

An manchen Orten kann durch natürliche, stärkere Elektrisierung der Luft eine vermehrte Reizwirkung auf den Menschen zustande kommen. Das ist z. B. der Fall in der Meeresbrandung, sowie in der Nähe von Wasserfällen. GERKE (1930/31) hat gezeigt, daß das Klima von Gastein durch das von den vielen Wasserfällen herrührende Überwiegen der negativen Ionen eine sehr günstige Heilwirkung ausübt.

2. Wirkungen auf den kranken Menschen. Es ist ja bekannt, daß bei bestimmtem Wetter und an bestimmten Orten bei manchen Menschen, den „Wetterfühligen" oder „Meteoropathen", Störungen im Wohlbefinden auftreten können. Ein geschwächter Organismus wird das noch viel stärker empfinden als ein gesunder und anpassungsfähiger. Wirksam sind da vor allem plötzliche Witterungsumschläge, die bei uns in Deutschland im Durchschnitt etwa jeden vierten Tag eintreten. So oft tritt also ein „Luftkörperwechsel" ein. Es ist jedoch, wie LINKE 1935 in den „Bioklimatischen Beiblättern" ausführt, nicht leicht, die klinische Wirkung dieses Luftwechsels zu erfassen, schon deswegen nicht, weil meistens das für solche Statistik nötige große Material nicht vorhanden ist. Es scheint festzustehen, daß Kaltlufteinbrüche die Erkältungskrankheiten und die Tuberkulose fördern, während tropische Luft wegen ihres großen Gehaltes an Suspensionen (Dunst) die Kreislauforgane ungünstig beeinflußt. Wieweit da luftelektrische Wirkungen mitsprechen, ist noch strittig. Anscheinend ist gerade die Empfänglichkeit für die atmosphärische Elektrizität bei den Menschen sehr verschieden. Das beweist ja das Verhalten bei Gewittern.

Von großem Einfluß auf das Befinden des kranken Menschen muß sein oft ja dauernder Aufenthalt im Zimmer sein. Ich habe früher in dieser Zeitschrift (**1934**, 461) über das Klima im Zimmer berichtet. Man hat, um die ungünstige Wirkung der Zimmerluft zu beheben, Apparate gebaut, „Luftverbesserer" oder „Wetterfertiger", welche die verbrauchte Zimmerluft erneuern sollen. Man hat auch an Instrumente gedacht, welche die Ionenzahlen, vor allem die negativen erhöhen sollen. LEIRI (1934) hat nachgewiesen, daß durch die Zentralheizung eine Vermehrung der mittleren positiven Ionen eintritt, von denen man weiß, daß sie ungünstige biologische Wirkungen ausüben können.

a) Wirkungen auf Herz und Nerven. In fast allen älteren Arbeiten findet man die Meinung ausgesprochen, daß die atmosphärische Elektrizität und ihre Schwankungen von Einfluß auf das Herz oder das Nervensystem der Menschen sei. A. v. HUMBOLDT z. B. führt die erfrischende Wirkung der Winde darauf zurück, daß sie neue „elektrische Materie" herbeiführen, während an heißen, schwülen Tagen alles stagniert. „Wir befinden uns dann auf freiem Felde in ähnlicher Lage als in der Stubenluft, die immer ohne Elektrizität ist und uns diesen wohltätigen Reiz entzieht." Nervenschwache Menschen empfinden vor Gewittern, oft lange bevor sichtbare Anzeichen vorhanden sind, ein seltsames Unbehagen. Außer innerer Aufregung und schmerzlicher Angst tritt Zittern in den Knien auf. Andere leiden dann an gestörter Verdauung oder Durchfall, zuweilen an Krämpfen. Im Jahre 1847 schreibt der französische Militärarzt PALLAS, der seine Erfahrungen in Nordafrika gesammelt hatte, daß die Mehrzahl der Krankheiten, die zur Klasse der Neurosen gehören „durch zu starke Einwirkung der Luft- und Erdelektrizität" bedingt sei. Er will sie durch elektrische Isolierung heilen, die eine beruhigende Wirkung auf das Nervensystem ausübt.

Die Bergkrankheit, die sich in Mattigkeit, Schwindelgefühl, Kopfschmerz und Schlaflosigkeit äußert, wollte CASPARI (1902) durch das Überwiegen der positiven Ionen auf den Berggipfeln erklären. Wenn das zuträfe, dann müßte an solchen Stellen, wo dieser hohe positive Überschuß nicht vorhanden ist, also an geschützten Stellen, z. B. unter Felsen, die Krankheit nicht auftreten, was aber nicht stimmt. Um die gleiche Zeit kam CZERMAK (1902) auf den Gedanken, für die Entstehung der Föhnkrankheit die starke Erhöhung der Elektrizitätszerstreuung und des Leitvermögens, die fast immer mit dem Föhn verbunden ist, verantwortlich zu machen. HUBER (1918) hat festgestellt, daß sich bei empfindlichen Versuchspersonen vor dem Eintreffen des Föhns, meistens schon 1—2 Tage vorher ein anormaler Körperwiderstand einstellt. Neuerdings (1931, 1935) ist durch den Holländer STORM VAN LEEUWEN, Leiden, und seine Mitarbeiter eine Reihe von Untersuchungen über die Föhnwirkung ausgeführt worden. Unter anderen wurden in Innsbruck Ionenmessungen angestellt, aus denen hervorging, daß die Schwankungen der Zahl der kleinen und großen Ionen während des Föhns recht unregelmäßig waren. Solche Schwankungen waren aber auch bei normalem Wetter vorhanden, ohne daß Föhnkranke eine Einwirkung verspürten. Bei Versuchen in einer großen Kammer zeigte es sich, daß die Krankheitserscheinungen auch dann blieben, wenn die Kammer allergen- und ionenfrei gemacht worden war. STORM VAN LEEUWEN kommt also zu dem Schluß, daß die Föhnkrankheit in keinem kausalen Zusammenhang zu luftelektrischen Erscheinungen steht.

In einem Vortrag, den er 1925 auf einer klimatischen Tagung in Davos hielt, sprach WIGAND die Ansicht aus, daß die Feinstruktur des luftelektrischen Spannungsgefälles, also die kurzen, schnellen Schwankungen der Feldstärke, bei vorhandener Sensibilität zu einer nervösen Reaktion führen können. DORNO, der viele Jahre in Davos luftelektrische Messungen durchgeführt und sich auch viel mit den physiologischen Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität beschäftigt hat, vermutet 1931, daß die bei atmosphärischen Störungen auftretenden Wellen, die „luftelektrischen Oszillationen", auf das Nervensystem des Menschen wirken, und zwar durch Erregung der sensiblen Hautnerven unter Mitwirkung antennenartig schwingender Härchen. M. MEYER, Frankfurt a. M. (1932), fand bei einem Gesamtmaterial von 7000 epileptischen Anfällen eine große Wahrscheinlichkeit eines Zusammenhangs mit luftelektrischen Vorgängen. VLÉS, Paris (1932), glaubt nachgewiesen zu haben, daß bei einer Kinderlähmungsepidemie im Departement Bas-Rhin enge Beziehungen zwischen der Entwicklung der Epidemie und der atmosphärischen Leitfähigkeit vorhanden waren, und zwar gingen die Maxima der Leitfähigkeit denen der Epidemie um etwa 8 Tage voraus. Später (1935) haben übrigens PETERSEN und BENELL, New York, gezeigt, daß Polarlufteinbrüche Häufungen der Kinderlähmung

mit sich brachten auf dem Weg über den Blutdruck. JEGOROW (1934), der den Einfluß der Witterung auf Herzkranke untersucht hat, erwähnt, daß die im Gefolge der Sonnenflecken auftretenden magnetischen Stürme eine Reihe von Beschwerden auslösten, wie Schlaflosigkeit, Erregtheit und Schwindelgefühl. Manche Kranke haben diese Zustände schon etwa 2 Tage vor dem Erscheinen der Sonnenflecken.

Aus den einleitend schon erwähnten Versuchen von GALVANI geht hervor, daß die atmosphärische Elektrizität große Wirkungen auf die Muskeln und Nerven ausübt. Diese Untersuchungen wurden von SCHMID, Bern, dem Verfasser des Buches, wieder aufgenommen. Er bespricht sie am Schluß seiner chronologischen Zusammenstellung sehr ausführlich und erläutert sie durch eine Reihe von Abbildungen. Er zeigte, daß künstliche Ionenströme auf Froschherzen einwirkten, die 12 Stunden vorher dem Frosch entnommen worden waren. Es besteht also ein Einfluß auf überlebende, automatisch arbeitende Organe in dem Sinne, daß die Leistungsfähigkeit, bzw. die Vitalität der Organe durch die Ionenströme erhöht wird.

b) Rheuma und Gicht. Auch hier finden sich in vielen älteren Arbeiten und Berichten Hinweise auf Zusammenhänge, z. B. zwischen neuralgischen Beschwerden und Luftelektrizität. Im Jahre 1910 hebt der deutsche Arzt STEFFENS die Heilkraft negativer Ionen auf Rheuma und Gicht hervor (Anionentherapie). Auch die heilende Wirkung radioaktiver Bäder führt er auf die Wirkung negativer Ionen zurück. WIGAND erklärt es in seinem oben schon einmal erwähnten Vortrag für möglich, daß die Wetterreaktion von Rheumatikern und Schußverletzten mit luftelektrischen Schwankungen zusammenhängt. FEIGE und FREUND (1930) haben die Beziehungen zwischen Rheumatismus und meteorologischen Geschehen genauer untersucht. Sie denken bei Wetteränderungen auch an Einflüsse der atmosphärischen Elektrizität, obwohl dieser Faktor allein nicht ausreicht, um alle beim Kranken auftretenden Erscheinungen zu erklären. KÖHLER und FLACH (1933) fanden, daß die Dauer rheumatischer Beschwerden parallel ging mit Veränderungen im Ionenaerosol in der Berührungszone absteigender Luftströme mit der bodennahen Luftschicht. HEINZE (1935) berichtet, daß bei einer an Neuralgie leidenden Patientin sehr starke Schmerzen auftraten, wenn der Feinverlauf des atmosphärischen Spannungsgefälles sehr unruhig war. Das ist also eine Bestätigung der von WIGAND vermuteten Einwirkung.

c) Wirkung auf die Haut. Der französische Arzt COUDRET, der 1837 ein Buch über animalische Elektrizität geschrieben hat, schiebt den elektrischen Vorgängen in der menschlichen Haut eine große Rolle zu. So soll z. B. das Gefühl der Schwüle durch die stark veränderte Elektrizitätszerstreuung in der Haut zustande kommen. Auf Veranlassung von E. K. MÜLLER, Zürich, hat HUBER, Altdorf (1918), die Leitfähigkeit der menschlichen Haut mit der atmosphärischen Leitfähigkeit verglichen. Bei allen Versuchspersonen konnte HUBER feststellen, daß beide im allgemeinen parallel schwanken. DORNO, Davos, hat 1931, wie bereits kurz erwähnt wurde, die Ansicht ausgesprochen, daß die Hautnerven unter Mitwirkung antennenartig schwingender Härchen stark von den atmosphärischen, elektrischen Wellen beeinflußt werden. Der ungarische Arzt LASZLO (1929) untersuchte an einem Material von 500 Fällen die Wetterempfindlichkeit von Narben nach Operationen. Die gefundenen Zusammenhänge führt er auf hygroskopische Eigenschaften der Hautgewebe zurück, wobei der elektrische Zustand der Atmosphäre mitwirkt. BETTMANN (1930) konnte feststellen, daß Gewitter sehr stark die Hautgefäße von 3 Versuchspersonen beeinflußten. Es war ein ständiger Wechsel zwischen Krampf und Lähmung, während sich ohne Gewitter ein harmonisches Bild ergab. Daß der Gleichstromwiderstand der Haut von der Wetterlage abhängt, hat FRITZSCHE (1930) gefunden. Durch die Erhöhung des Hautwiderstandes erklären sich manche Beschwerden.

d) Wirkung auf die Atmung und Lunge. In vielen älteren Arbeiten finden sich Angaben darüber, daß die Atmung vom elektrischen Zustand der Atmosphäre abhängen müsse. SCHÖNBEIN, Basel (1851), der Entdecker des Ozons, betont, daß durch die ständigen elektrischen Entladungen in der Atmosphäre fortwährend Ozon erzeugt wird, das reizend auf die Schleimhäute wirkt und dadurch bei gewissen Krankheiten als auslösender Faktor wirken kann. Dieser Effekt tritt aber zurück gegenüber der chemischen Wirkung des Ozons, vor allem auf organische Stoffe, wobei es reinigend wirkt, sich aber zugleich wieder zersetzt. Die oft auftretende Erschwerung des Atmens bei wetterempfindlichen Menschen führt SCHORER (1928) auf elektrostatische Veränderung des Kohlensäureaustritts zurück, die durch negative Ladungen der Luft hervorgerufen wird. Versuche mit negativ elektrischer Zimmerluft bestätigten diese Ansicht. Der russische Arzt TSCHIJEWSKI (1930) glaubt den Beweis erbracht zu haben, daß ionisierte Luft eine ausgezeichnete Wirkung auf die Lungentuberkulose sowohl der Tiere als der Menschen ausübt. Bereits im zweiten Behandlungsmonat setzte beim Menschen eine deutliche Besserung ein, die sich nicht nur im Schwinden des Hustens, des Schweißes und in Gewichtszunahme äußerte, sondern auch im Verschwinden der Bacillen aus dem Sputum.

Durch die schon erwähnten Arbeiten im DESSAUERschen Institut wandte sich das Interesse vor allem der Einatmung negativ elektrisierter Luft zu. Die Versuche von JANITZKI und WOLODKEWITSCH in Frankfurt mit den Magnesiumoxydionen bewiesen, daß, während die kleinen Ionen restlos im toten Raum des Mundes, des Kehlkopfes und der Trachea stecken blieben, die mittleren und großen Ionen in die Lunge gelangten und dort um so mehr verblieben, je kleiner diese Ionen waren, je länger die eingeatmete Luft in der Lunge verblieb und je tiefer die elektrisierte Luft in die Lunge eingedrungen war. Wirksam waren also in erster Linie die mittleren negativen Ionen, von denen 20—40% in der Lunge verblieben. HAPPEL und STRASSBURGER berichten über die günstigen Wirkungen dieser DESSAUERschen Apparatur, deren künstliche negative Elektrisierung 1000—10000mal so stark ist wie die natürliche, auf das Rheuma, den Blutdruck, die Erregungszustände und Müdigkeit gerade bei klimaempfindlichen Menschen. Positive Elektrisierung wirkte dagegen ungünstig. Bei einem Zusatz von Kohlensäure zur negativ elektrisierten Luft nahm die Ausbeute an Ionen sehr schnell ab, bei positiver Elektrisierung dagegen nicht. 1932 führte LEICHER erfolgreiche Inhalationen mit negativ elektrisierter Luft (Anionenbehandlung) bei Nasen- und Ohrenkrankheiten aus. Der französische Arzt DENIER (1932/33) kommt bei seinen Untersuchungen über die Anionentherapie zu dem Ergebnis, daß die Atembewegung durch die negativen Ionen verlangsamt, durch die positiven dagegen beschleunigt wird. Wenn die Luft mit positiven Ionen geladen wurde, klagten neurotische Patienten über Behinderung der Bewegung, Asthmatiker über Atmungsbeschwerden. In negativ geladener Luft fühlten sich die Kranken wohl, wie wenn ein Gewitter zu Ende gegangen war. Die Bewegungen waren leichter, der Puls

verlangsamte sich und die Atmung wurde kräftiger, während gleichzeitig der Grundumsatz zurückging. EDSTRÖM (1932) kommt zu dem Ergebnis, daß nach dem DESSAUERschen Verfahren eingeatmete, negativ geladene Luft in fast allen Fällen eine Senkung der Chronaxie der motorischen Nerven und damit eine Erhöhung der Erregbarkeit hervorrief, das Einatmen positiv geladener Luft dagegen eine Erhöhung der Chronaxie. Weiterhin (1935) stellte EDSTRÖM ein Sinken des Blutdruckes beim Einatmen negativer Ionen fest. Bei positiven Ionen trat ein Wärmegefühl ein: die Hauttemperatur stieg infolge der Zunahme der Hautdurchblutung. Französische Ärzte berichteten 1932 über den Zusammenhang von Asthmaanfällen mit der atmosphärischen Elektrizität. BRANDON zeigte, daß der Beginn der Anfälle zusammenfällt mit einer Zunahme der positiven Luftionisation, oder diese ging dem Anfall um etwa einen Tag voraus. KOPACZEWSKI nimmt an, daß Änderungen der atmosphärischen, elektrischen Ladung zusammen mit Schwankungen der Luftfeuchtigkeit durch Einwirkung auf die Schleimhaut das ohnehin labile Gleichgewicht des Asthmatikers stören. Da die Nasenatmung die elektrische Ladung und die Feuchtigkeit der eingeatmeten Luft ändert, führt sie oft zur Besserung des asthmatischen Zustandes. KÖHLER und FLACH (1933) sehen die Ursachen des pathologischen Witterungsgeschehens in Umwandlungen des Ionenaerosols in Zusammenhang mit herabsteigenden Luftströmungen, bzw. ihrer Berührungszone mit den Luftschichten am Erdboden. Die reine, trockene Höhenluft hat Kernarmut bei Überschuß an kleinen Ionen, die dunstreiche Luft dagegen Kernreichtum und sehr viele große Ionen. Die als biologisch wichtig bekannten mittleren Ionen bilden sich zu bestimmten Zeiten gerade innerhalb der Berührungszone. Ferner sprechen chemische Einflüsse mit, die durch elektrische Vorgänge, z. B. durch die stillen Entladungen, entstehen. Es bilden sich Ozon, Ammoniak, salpetrige Säure usw. LINKE (1932) hält es für möglich, daß die chemische Struktur, insbesondere bei den großen Ionen, an die ja stets Gasmoleküle gelagert sind, von dem Vorzeichen der elektrischen Ladung abhängt. Es können sich z. B. Sauerstoff und Kohlensäure an die Ionen lagern, wobei durch den Sauerstoff eine hohe Oxydationsfähigkeit der kernhaltigen Luft herbeigeführt wird. So könnte man sich erklären, daß beim Einatmen positiver oder negativ ionisierter Luft unterschiedliche physiologische Wirkungen entstehen. Vielleicht ist der menschliche Organismus an ein gewisses Maß von Suspensionen gewöhnt, und eine starke Veränderung der eingeatmeten geladenen und ungeladenen Kerne führt vor allem bei empfindlichen Menschen zu Störungen des Gasstoffwechsels.

RAJEWSKI, der Nachfolger DESSAUERS in Frankfurt, gab 1933 einen Überblick über das ganze Gebiet der künstlichen Ionisierung zu biologischen Zwecken. Die Ionenbehandlung geschieht entweder durch direkte Einatmung aus einem Trichter oder durch Aufenthalt in einer Ionisierungskammer. Auch RAJEWSKI stellt fest, daß die negativen Ionen günstig auf den Menschen wirken. Der Gesamteindruck der in verschiedenen Kliniken nach der DESSAUERschen Methode vorgenommenen Untersuchungen ist der, daß eine deutlich heilende Wirkung vorhanden ist, besonders bei Hypertonien, Nebenhöhlenaffektionen, Asthma, Migräne und Erschöpfungszuständen. Auch TSCHIJEWSKI, Moskau, der 1934 eine Zusammenfassung seiner zahlreichen Versuche und Arbeiten seit 1919 veröffentlichte, ist der Ansicht, daß negative Ionen günstig, positive ungünstig wirken. Die Ionen dringen durch die Lunge in den Körper und rufen eine Aufladung des Lungenendothels hervor. Von hier aus werden die Blutkörperchen durch Induktion geladen, wobei eine negative Ladung die natürliche Ladung vergrößert. Auf dem Wege über das Blut wird die elektrische Ladung in die einzelnen Gewebe gebracht, von wo dann fast alle Funktionen, vor allem auch der Stoffwechsel, beeinflußt werden. Nach weiteren Untersuchungen TSCHIJEWSKIS und seiner Mitarbeiter bewirkt ein systematisches Einatmen negativ ionisierter Luft eine erhöhte Widerstandskraft gegen Krankheiten und ein deutlich verzögertes Altern. Dagegen beeinflußten die Luftionen das Nervensystem nicht. Um so stärker war aber die Wirkung über die Atemluft auf das Blut. Auch LEIRI (1934) kommt zu ähnlichen Ergebnissen: günstiger Einfluß der negativen Ionen auf den Blutdruck, ungünstiger bei den positiven Ionen. Bei Rheumatikern wurden allerdings durch die negativen Ionen Beschwerden hervorgerufen, was LEIRI durch Ausflocken von Kolloiden beim Einatmen der negativ geladenen Luft erklärt. Auch sonst fielen mehrfach die Untersuchungen anders aus. So fand FERVERS (1934), der an 14 gesunden Versuchspersonen mit der DESSAUERschen Apparatur experimentierte, keine Einwirkung auf Blutdruck, Pulszahl, Zahl der roten Blutkörperchen und Hämoglobingehalt. Auch auf die Stimmung und Leistungsfähigkeit war ein eindeutiger Einfluß nicht nachzuweisen. Das Vorzeichen der Ionen spielte keine erhebliche Rolle. KAUFMANN, NEKLUDOW und BOSCHWOLNEKOW (1934) haben in Fortsetzung der Versuche von TSCHIJEWSKI die Behandlung der Lungentuberkulose mit künstlich erzeugten Ionen weiter ausgebildet. Sie ersetzten die Magnesiumoxydpatrone der DESSAUERschen Apparatur durch verschiedene pharmakologisch wirksame Stoffe. So entstehen Ionen von ganz verschiedener chemischer Natur; verwandt wurde z. B. auch Calciumzerstäubung, die, wie aus der Industrieerfahrung her bekannt ist, die Tuberkulose günstig beeinflußt. Bis jetzt wurden mit dieser neuen Apparatur nur Versuche an Meerschweinchen ausgeführt. KREBS und WOLODKEWITSCH (1935) kommen bei Untersuchungen über das Zurückbleiben der Ionen in den Lungenalveolen zu dem Ergebnis, daß neben der elektrischen Ladung die stoffliche Eigenart der Ionen von Einfluß ist. Bei Verweilzeiten in den Alveolen bis zu 2 Sekunden war die Ionengröße von Einfluß auf die zurückbleibende Ionenmenge, bei längeren Verweilzeiten bis zu 8 Sekunden dagegen nicht mehr.

e) Sonstiges. Der holländische Arzt DE LANGEN (1924) gibt an, daß er in Batavia einen engen Zusammenhang zwischen den Änderungen des luftelektrischen Spannungsgefälles Luft—Erde und den Beschwerden von 10 Versuchspersonen gefunden hat. Besonders waren diejenigen Nächte beschwerdereich, in denen negatives Spannungsgefälle auftrat. Kürzlich (1935) hat HOLZHEY, Lindau, Beobachtungen veröffentlicht über die Beziehungen bei ihm auftretender subjektiver Ohrgeräusche zu kosmischen und meteorologischer Erscheinungen. Er fand unter anderem auch, daß Gewitter und plötzliche Schwankungen des Spannungsgefälles einwirkten. So erzeugte jeder Blitz, auch dann, wenn der dazugehörige Donner überhaupt nicht hörbar war, einen kurzen Zischlaut mit Druckgefühl im Ohr. (Schluß folgt.) K. KÄHLER.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Fortschritte der Botanik

Unter Zusammenarbeit mit mehreren Fachgenossen
herausgegeben von

Fritz von Wettstein
Berlin-Dahlem

Zuletzt erschien:

Fünfter Band

Bericht über das Jahr 1935

Mit 39 Abbildungen. IV, 346 Seiten. 1936. RM 28.80

Inhaltsverzeichnis:

A. Morphologie

1. **Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Zelle.** Von Privatdozent Dr. **Lothar Geitler,** Wien.
2. **Morphologie, einschließlich Anatomie.** Von Professor Dr. **Wilhelm Troll,** Halle a. S.
3. **Entwicklungsgeschichte und Fortpflanzung.** Von Dr. **Ludwig Arnold Schlösser,** München.

B. Systemlehre und Stammesgeschichte

4. **Systematik.** Von Professor Dr. **Johannes Mattfeld,** Berlin-Dahlem.
5. **Paläobotanik.** Von Professor Dr. **Max Hirmer,** München.
6. **Systematische und genetische Pflanzengeographie.** Von Professor Dr. **Edgar Irmscher,** Hamburg.

C. Physiologie des Stoffwechsels

7. **Physikalisch-chemische Grundlagen der biologischen Vorgänge.** Von Privatdozent Dr. **Erwin Bünning,** Königsberg i. Pr.
8. **Zellphysiologie und Protoplasmatik.** Von Privatdozent Dr. **Siegfried Strugger,** Jena.
9. **Wasserumsatz und Stoffbewegungen.** Von Professor Dr. **Bruno Huber,** Tharandt i. Sa.
10. **Mineralstoffwechsel.** Von Privatdozent Dr. **Karl Pirschle,** Berlin-Dahlem.
11. **Stoffwechsel organischer Verbindungen.** Von Professor Dr. **Kurt Mothes,** Königsberg i. Pr.
12. **Mikrobiologie des Bodens.** Von Professor Dr. **August Rippel,** Göttingen.
13. **Ökologische Pflanzengeographie.** Von Professor Dr. **Heinrich Walter,** Stuttgart.

D. Physiologie der Organbildung

14. **Wachstum und Bewegung.** Von Professor Dr. **Hermann von Guttenberg,** Rostock i. M.
15. **Vererbung.** Von Professor Dr. **Friedrich Oehlkers,** Freiburg i. Br.
16. **Entwicklungsphysiologie.** Von Professor Dr. **Friedrich Oehlkers,** Freiburg i. Br.

E. Anhang

17. **Ökologie.** Von Professor Dr. **Theodor Schmucker,** Göttingen.

Sachverzeichnis.

Früher erschienen:

Erster Band: **Bericht über das Jahr 1931.** Mit 16 Abbildungen. VI, 263 S. 1932. RM 18.80
Zweiter Band: **Bericht über das Jahr 1932.** Mit 37 Abbildungen. IV, 302 S. 1933. RM 24.—
Dritter Band: **Bericht über das Jahr 1933.** Mit 53 Abbildungen. IV, 257 S. 1934. RM 22.—
Vierter Band: **Bericht über das Jahr 1934.** Mit 50 Abbildungen. IV, 325 S. 1935. RM 28.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Die Maßanalyse. Von Dr. **I. M. Kolthoff,** o. Professor für analytische Chemie an der Universität von Minnesota in Minneapolis, U. S. A. Unter Mitwirkung von Dr.-Ing. H. Menzel, a. o. Professor an der Technischen Hochschule Dresden.
Erster Teil: **Die theoretischen Grundlagen der Maßanalyse.** Zweite Auflage. Mit 20 Abbildungen. XIII, 277 Seiten. 1930.
RM 12.42; gebunden RM 13.50

Die Erwartungen, die das Ersterscheinen dieses ausgezeichneten Werkes begleiteten, haben sich erfüllt. In seiner zweiten Auflage, die schon nach drei Jahren notwendig geworden ist, ist das Werk im wesentlichen unverändert geblieben und hat nur durch die zahlreichen Neuentdeckungen auf dem Gebiete der Maßanalyse, die, soweit sie irgend wertvoll waren, sämtlich berücksichtigt wurden, eine wesentliche Erweiterung erfahren. Das Werk ist dadurch auf der Höhe der Zeit geblieben und wird seinen Interessenkreis sicher noch erweitern, da es heute als unentbehrlicher Berater für alle bezeichnet werden kann, die maßanalytische Methoden zu verwenden haben. *„Die Naturwissenschaften"*

Zweiter Teil: **Die Praxis der Maßanalyse.** Zweite Auflage. Mit 21 Abbildungen. XI, 612 Seiten. 1931. RM 28.—; gebunden RM 29.40

. . . Kolthoff hat mit seinem Werke eine so allgemeine Zustimmung gefunden, daß nach drei Jahren eine neue Auflage notwendig wurde. Daß auch diese die einschlägigen Arbeiten bis in die neueste Zeit berücksichtigt, muß lobend erwähnt werden. Ein ausführliches Sachregister erleichtert den Gebrauch dieses Buches, das nicht nur ein Lehrbuch, sondern auch ein Handbuch für alle jene sein soll, die sich bei der Auswahl geeigneter Titriermethoden die großen Erfahrungen des Verfassers zunutze machen wollen. *„Österreichische Chemiker-Zeitung"*

Die kolorimetrische und potentiometrische p_H-Bestimmung. Die Anfangsgründe der elektrometrischen Titrationen. Von Dr. **I. M. Kolthoff,** o. Professor für analytische Chemie an der Universität von Minnesota in Minneapolis, U. S. A. Autorisierte Übertragung ins Deutsche von Dipl.-Ing. Oskar Schmitt, Technische Hochschule Dresden. Mit 36 Abbildungen. IX, 146 Seiten. 1932. RM 9.60

In dem vorliegenden Buch wird eine hauptsächlich für den Unterricht bestimmte, kurze Anleitung zur kolorimetrischen und potentiometrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration gegeben, der im letzten Drittel des Buches auch Vorschriften für potentiometrische und konduktometrische Titrationen mit Übungsaufgaben beigegeben sind. Das Buch hat alle Vorzüge der sonstigen Schriften Kolthoffs. Es wird auch von den in der Praxis stehenden Fachgenossen als kurze Anleitung und gleichzeitig als Einführung in die Grundlagen der behandelten Methoden mit Vorteil benutzt werden können. *„Zeitschrift für analytische Chemie"*

Säure-Basen-Indicatoren. Ihre Anwendung bei der kolorimetrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration. Von Dr. **I. M. Kolthoff,** o. Professor für analytische Chemie an der Universität von Minnesota in Minneapolis, U. S. A. Unter Mitwirkung von Dr. Harry Fischgold, Berlin. Gleichzeitig vierte Auflage von „Der Gebrauch von Farbindicatoren". Mit 26 Abbildungen und einer Tafel. XI, 416 Seiten. 1932. RM 18.60

Das bekannte Kolthoffsche Buch über Indikatoren ist unter anderem Titel in vollständig neuer Bearbeitung erschienen. Nur die beiden ersten Kapitel über die allgemeinen Begriffe, Berechnungen der Acidität und über die Reaktion der Ampholyte sind fast unverändert geblieben. Ein neues Kapitel vermittelt die heutigen Anschauungen über Dissoziation der starken Elektrolyte in überaus klarer und verständlicher Weise. Von einer Darstellung der Anwendung der Indikatoren in der Neutralisationsanalyse, die sich in den früheren Auflagen findet, ist abgesehen worden; ebenso ist auch die praktische Anwendung der kolorimetrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration nicht wieder aufgenommen worden. Trotzdem ist der Umfang des Buches nicht unwesentlich gewachsen, da die Abschnitte, die die Eigenschaften der Säure-Basen-Indikatoren und ihre Verwendung zur kolorimetrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration behandeln, erweitert worden sind. Auch in dem neuen Gewand kann das Buch, das für den analytischen Chemiker nahezu unentbehrlich ist, wärmstens empfohlen werden. *R. Fresenius in „Angewandte Chemie"*

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu drei Beilagen vom Verlag ***Julius Springer.***

Verlag von Julius Springer in Berlin / Verantwortlich für den Anzeigenteil Albert Meyer in Berlin-Steglitz. Kühlebornweg 5.
Druck der Spamer A.-G. in Leipzig / DA. IV. Vj. 3300 — Pl. 4 / Printed in Germany.